

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGRONEGOCIOS Y MERCADOS SOSTENIBLES**

**PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN LA CADENA  
DE VALOR DE LOS CAFÉS SOSTENIBLES EN COLOMBIA MEDIANTE EL USO DE  
BLOCKCHAIN**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN SOMETIDO A CONSIDERACIÓN DE LA  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN Y LA ESCUELA DE POSGRADO COMO REQUISITO  
PARA OPTAR AL GRADO DE**

**MÁSTER EN GESTIÓN DE AGRONEGOCIOS Y MERCADOS SOSTENIBLES**

**MANUEL FERNANDO PEÑA PEÑA**

**TURRIALBA, COSTA RICA**

**AÑO  
2023**


Este trabajo final de graduación ha sido aceptado en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobado por el Comité Examinador del estudiante, como requisito para optar por el grado de

División de Educación


**MÁSTER EN GESTIÓN DE AGRONEGOCIOS Y MERCADOS SOSTENIBLES**

**FIRMANTES:**

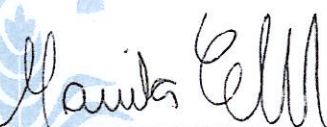


  
\_\_\_\_\_  
Brian Palma Cerdas, MGP


**Asesor Principal del Trabajo de Graduación**

  
\_\_\_\_\_  
Laura Lang Patiño, MBA

**Miembro Comité Asesor del Trabajo de Graduación**

  
\_\_\_\_\_  
Mariela Leandro Muñoz, Ph.D.

**Decana, a.i. de la Escuela de Posgrado**

  
\_\_\_\_\_  
Manuel Fernando Peña Peña

**Candidato**

Escuela de Posgrado

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi madre (QDEP), a mi padre, a mi esposa, a mi hija, por su ejemplo, por su compañía y por ser la motivación de continuar adelante.

A toda mi familia y amigos que hacen parte de este camino de aprendizaje.

A mis amigos y compañeros de la maestría por su dedicación y trabajo en equipo.

A Almacafé S.A., a la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y todos los caficultores que con su trabajo han hecho del café un producto maravilloso.

A las organizaciones con quienes he tenido contacto por medio de mi labor y han dejado huella en la mente y el corazón.

## Contenido

LISTA DE CUADROS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. IMPORTANCIA.....	2
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
3. MARCO REFERENCIAL.....	4
3.1. Historia del Blockchain.....	4
3.2. Industrias 4.0.....	5
3.3. Blockchain y agricultura.....	6
3.4. Contratos Inteligentes (Smart Contracts).....	6
3.5. Trazabilidad.....	7
3.6. Cadena de Custodia en Cafés Certificados.....	7
4. METODOLOGÍA.....	10
4.1. Descripción del área de estudio.....	10
4.2. Revisión de las normas de certificación Rainforest Alliance, FLO y las verificaciones 4C y Nespresso AAA.....	10
4.3. Entrevista a los diferentes actores de la cadena de cafés sostenibles.....	11
4.4. Plan para la implementación del sistema de trazabilidad.....	12
5. RESULTADOS.....	13
5.1. Identificación de componentes de los sistemas de trazabilidad para las normas de certificación Rainforest Alliance, FLO, 4C y Nespresso AAA desde los ejes ambiental, social y económico:.....	13
6. CONCLUSIONES.....	41
8. BIBLIOGRAFIA.....	42
ANEXO 1. ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS CAFICULTORES.....	44
ANEXO 2. ENTREVISTA DIRIGIDA A DEMÁS ACTORES DE LA CADENA.....	45

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Aspectos principales de la cadena de custodia de cafés certificados.	9
Cuadro 2. Comparativo de las normas Rainforest, FLO, 4C y Nespresso AAA.	11
Cuadro 3. Comparativo de los componentes de los sistemas de trazabilidad en las Normas Nespresso AAA, Rainforest Alliance, 4C y Fairtrade.	15
Cuadro 4. Clasificación de criterios compartidos y diferenciadores de las cuatro normas estudiadas.	20
Cuadro 5. Ventajas y desventajas de los procesos de auditoría actuales según el grupo de personas entrevistadas.	26
Cuadro 6. Plan de Implementación.	29
Cuadro 7. Registros asociados a los criterios compartidos y diferenciadores de las normas de cafés sostenibles.	34
Cuadro 8. Niveles de riesgo identificados.	37
Cuadro 9. Estrategias para el manejo del riesgo.	38
Cuadro 10. Cronograma de actividades del plan de implementación.	40
Cuadro 11. Costos del plan de Implementación.	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Los nueve pilares tecnológicos de la Industria 4.0.	5
Figura 2. Cadena de suministro de cafés certificados actual.	8
Figura 3. Cadena de suministro de cafés certificados con Blockchain.	8
Figura 4. Distribución de la edad del grupo de personas entrevistadas.	21
Figura 5. Distribución del tiempo de trabajo o experiencia en el sector café, del grupo de personas entrevistadas.	22
Figura 6. Certificaciones y verificaciones del grupo de caficultores entrevistados.	22
Figura 7. Calificación de la auditoria en relación con la realidad de la finca.	23
Figura 8. Valoración de los conocimientos sobre la ruta que recorre el café posterior a la entrega según respuestas del grupo de caficultores entrevistados.	24
Figura 9. Calificación del acceso a nuevas tecnologías por parte del grupo de caficultores entrevistados.	24
Figura 10. Principales conceptos asociados a la trazabilidad para otros actores encuestados.	25
Figura 11. Calificación de la auditoria en relación con la realidad de la empresa	26
Figura 12. Alcance según los eslabones de la cadena de suministro.	28
Figura 13. Estructura de la plataforma de trazabilidad.	32

## LISTA DE ABREVIATURAS

CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CdC	Cadena de Custodia
EVS	Estándares Voluntarios de Sostenibilidad
FLO	Fairtrade Labelling Organizations International
FNC	Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
IoT	Internet of Things (Internet de las cosas)
ISO	Internacional Standards Organization
OGM	Organismos Genéticamente Modificados
OIC	Organización Internacional del Café
RFA	Rainforest Alliance
RPoW	Reusable Proof Of Work
RSA	Rivest, Shamir Adleman (Sistema Criptográfico de clave pública)
SAP	Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos
SICA	Sistema de Información Cafetera
4C	Código Común para la Comunidad Cafetera

## RESUMEN

La caficultura en Colombia avanza hacia una sostenibilidad 100%, siendo el resultado de la implementación de diversos programas de certificación o verificación que requieren de procesos de recolección de información que actualmente son físicos y tardíos, lo que impide contar con una trazabilidad eficiente y en tiempo real.

El presente trabajo tiene por objetivo, lograr una trazabilidad en tiempo real y eficiente en la cadena de valor de los cafés sostenibles con participación de Almacafé S.A. en Colombia, por medio del uso de Blockchain. Entonces, ¿como generar confianza y transparencia en las partes interesadas de la cadena de valor del café sostenible desde el caficultor hasta el consumidor? y ¿cómo aprovechar la tecnología Blockchain para lograr una trazabilidad eficiente, transparente y confiable?

Lo primero es identificar los aspectos que hacen parte de las diferentes certificaciones y verificaciones aplicadas en caficultura por medio de una revisión de cada norma; como segundo método se realizó una encuesta dirigida a caficultores y actores de la cadena que permitiera conocer las especificaciones de la información de trazabilidad que consideran clave para la aplicación de una nueva tecnología como Blockchain y por último el diseño del plan de implementación de un sistema de trazabilidad soportado en Blockchain que cumpla con el objetivo de eficiencia y realidad.

Al comparar cuatro normas de certificación (Rainforest, 4C, Fairtrade y Nespresso AAA) se encontraron aspectos en común que apuntan al concepto de sostenibilidad en los tres ejes y algunos aspectos diferenciadores como el precio y la calidad. Sumado a lo anterior en las entrevistas se pudo confirmar el conocimiento en la aplicación de las normas y la expectativa del papel de las nuevas tecnologías como apoyo en las certificaciones. Con lo cual se logró el diseño del plan de implementación de una plataforma en tres módulos que permita el registro, actualización y control real y transparente de toda la información generada en la cadena de suministro de los cafés sostenibles.

Como recomendaciones finales, el acceso a internet, la evaluación de otras normas de certificación, capacitación y entrenamiento a las partes interesadas son ítems que se deberán tener presentes para el éxito de la implementación, sin perder de vista que la investigación en estas nuevas tecnologías apenas está surgiendo, pudiendo ampliarse y mejorarse en futuros estudios.

**Palabras Clave:** Café sostenible, tecnología Blockchain, trazabilidad real y eficiente.



## **ABSTRACT**

Coffee growing in Colombia is in advance to 100% sustainability, being the result of the implementation of different certification or verification programs that require data collection processes, currently physically and late, which doesn't allow having an efficient and timely traceability.

The objective of this work is to achieve real-time and efficient traceability in the value chain of sustainable coffees with the participation of Almacafé S.A. in Colombia, using Blockchain. Now, how to generate trust and transparency in the stakeholders of the sustainable coffee value chain from coffee growers to the consumer? And how to take advantage of Blockchain technology to get efficient, transparent and reliable traceability?

First, is necessary to identify all items of different certifications and verifications applied in coffee growing through a review of each standard; As a second method, to do a survey for coffee growers and actors in the supply chain that would allow them to know the specifications of the traceability information that they consider key to the application of a new technology such as Blockchain and finally design the implementation plan of traceability system supported by Blockchain, achieving efficiency and real-time.

Four certification standards were compared (Rainforest, 4C, Fairtrade and Nespresso AAA), finding on one side, common aspects aimed to the concept of sustainability in the three axes and some differentiating aspects such as price and quality on the other hand. In addition to the above, in the interviews it was possible to confirm the knowledge in the application of the standards and the expectation of the role of new technologies as support in certifications. With which the design of the implementation plan of a platform in three modules was achieved that allows the registration, updating and real and transparent control of all the information generated in the supply chain of sustainable coffees.

As final recommendations, the access to the Internet, the evaluation of other certification standards, training and coaching of stakeholders, are items that must be kept in mind for the success of the implementation, without losing sight of the fact that research in these new technologies is only emerging and can be expanded and improved in future studies.

**Keywords:** Sustainable coffee, Blockchain technology, timely and efficient traceability.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En Colombia, los cafés sostenibles son actualmente el foco de trabajo del gremio cafetero, todo sobre la concepción histórica de generar valor para los consumidores y un ingreso adecuado para el productor. Según Isaza 2019 en los últimos años, Colombia ha recorrido un largo camino en la implementación de Estándares Voluntarios de Sostenibilidad (EVS). Hoy, el país produce entre un 60% y 70% de café certificado o verificado con algún estándar. Es tan importante, que la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia – FNC pretende lograr 100% de caficultura sostenible en el país para el año 2027 cuando cumpla 100 años de existencia.

Dentro de los cafés sostenibles, se encuentran los cafés certificados como Rainforest, Orgánico y FLO y cafés con verificación como 4C, Nespresso AAA y C.A.F.E. Practices. Todos ellos, incluso los especiales, por su calidad intrínseca requieren un seguimiento de trazabilidad que garantice al consumidor la verdad y transparencia sobre la bebida y al productor la retribución económica acorde al ejercicio comercial realizado.

Sumado a lo anterior, se debe considerar la protección del Café de Colombia con Denominación de Origen que requiere un manejo de información hacia los clientes en los países consumidores de forma eficiente y constante y cada vez más ágil y veraz. En Colombia existe adicionalmente denominaciones de origen regionales como Cauca, Huila, Nariño, Santander, Sierra Nevada y Tolima, todas zonas específicas que requieren demostrar y garantizar su origen en los mercados internacionales.

Es justamente la necesidad de una trazabilidad eficiente y en tiempo real lo que genera la búsqueda de tecnologías que aporten al proceso, el cual ha demostrado ser hoy en día poco práctico y donde se requiere mucha información.

Dentro de las diversas posibilidades, Blockchain es una herramienta con la que se busca mejorar los tiempos de respuesta y sobre todo transparencia a lo largo de la cadena productiva del café. Su uso actualmente en cadenas productivas está cubriendo la necesidad no solo del consumidor sino también de los demás interesados en cada eslabón, interesados en poder rastrear el producto.

### **1.1.ANTECEDENTES**

Actualmente, la trazabilidad de un café sostenible se logra por medio de empresas certificadoras que, con la aplicación de normas preestablecidas pueden generar cierta transparencia a lo largo de la cadena de suministro, es decir ser parte de un control centralizado que a su vez requiere un costo elevado de control que bajo las nuevas tecnologías es obsoleto y denso.

Tradicionalmente el control de la información a lo largo de toda la cadena de café es realizado de forma física o con sistemas de información cuya eficacia es escasa y sobre todo que requiere alimentación la cual no se hace de manera oportuna afectando el seguimiento en tiempo real. Adicionalmente en términos económicos los costos de las auditorías físicas incrementan el valor de las certificaciones y finalmente pueden no demostrar la totalidad de la realidad en el cumplimiento de los criterios que se deban garantizar al resto de los involucrados hasta el consumidor final.

Por el lado del consumidor existe cada vez más una necesidad de conocer con mayor grado de especificidad toda la información relacionada con el producto, más aún cuando se trata de productos del sector agropecuario y que van hasta su mesa. Para el consumidor conocer la historia de lo que

compra, así como de los ingredientes o insumos que se usan en su elaboración se ha vuelto actualmente en una necesidad y un aspecto activo al momento de la decisión de compra.

En el caso del café como una bebida de consumo masivo, históricamente ha requerido de información de trazabilidad tanto por su condición de calidad intrínseca como por las múltiples certificaciones o verificaciones que le aplican. Esta trazabilidad se ha cumplido, pero con muchas dificultades de eficiencia, de seguimiento en tiempo real y de transparencia.

La forma actual lleva a sellos de sostenibilidad como marca adicional en el producto, a ser una manera de suplir la necesidad del consumidor de sentirse social y ambientalmente responsable, aunque en gran medida no tiene a la mano una herramienta con la cual verificar por sí mismo el cumplimiento de los criterios y atributos por los cuales paga un sobreprecio.

## **1.2.JUSTIFICACIÓN**

La aplicación de tecnologías de información se ha generalizado en el mundo y, el sector agrícola no es la excepción. La búsqueda de soluciones tecnológicas que aseguren las cadenas de suministro y brinden transparencia desde el primer eslabón hasta el punto final de consumo ha dado como resultado un sinfín de posibilidades e innovación digital con una gran facilidad de adaptación especialmente en las nuevas generaciones quienes conviven en un mundo virtual gracias a una mayor usabilidad.

El sector cafetero, dada su importancia para el abastecimiento de un producto de alta demanda internacional, ha demostrado ser un sector donde la aplicación de nuevas tecnologías es necesaria para configurar una trazabilidad real y eficiente que garantice a todas partes interesadas un rastreo de información sobre el origen del producto, donde la integridad de los datos esté en manos de quienes sean responsables de generarlos y que a su vez no puedan ser manipulados para conveniencia de una de las partes.

El Café de Colombia ha gozado de una gran reputación a nivel mundial basada en los atributos de calidad que lo caracteriza, la implementación de programas de certificación para cafés sostenibles, la convicción de una caficultura 100% sostenible y la protección de origen. Razones por las que es necesario la aplicación de las nuevas tecnologías que permitan hacer efectivo su cuidado y donde los actores de la cadena comercial puedan conocer los detalles desde el cultivo, beneficio, comercialización, exportación e industrialización hasta la preparación de la bebida con la seguridad absoluta que el café es en realidad de origen Colombia, sostenible y de alta calidad, con una historia rastreable y por el cual a cambio se generará un pago que sea trasferido al caficultor que lo produjo.

## **1.3.IMPORTANCIA**

Lograr una trazabilidad real y efectiva permitirá que cada actor presente a lo largo de la cadena esté seguro y puedan tener información verificable y en tiempo real, que pueda estar protegida garantizando lo que se da físicamente como el volumen, características físico-sensoriales y el origen.

Para el caficultor es importante ya que podrá verificar como su producto llega a un mercado específico con toda la trazabilidad, por ejemplo, sin ser mezclado cuando se trata de un café de origen de finca o microlotes o siendo parte de un grupo certificado de caficultores, pero donde es clara su procedencia, como es el caso de un café de origen de una región como, por ejemplo, Nariño en Colombia donde hay un clúster para la compañía Nespresso, la cual cuenta con su propia verificación de sostenibilidad AAA y certificación Rainforest. A cambio de la venta cada caficultor del clúster

que haya entregado un cierto volumen de café recibirá en contraprestación un precio acorde con la calidad y sobrepuestos que en realidad corresponden al café que produce.

Para el consumidor final saber que el producto que compra tiene una historia rastreable y que corresponde al café ofertado, donde puede verificarse cada una de las etapas y los responsables por quienes pasó el producto, sin duda es muy necesario.

Precisamente, el llamado café de la tercera ola hace referencia la calidad intrínseca de los granos sentada sobre la base de la sostenibilidad, cuya clave es saber dónde y cómo se cultivó un determinado café. Entendiendo que cada variable de la etapa productiva del café impacta la bebida final, esto incluye elementos como el suelo, altura, las condiciones agroclimáticas, la variedad, método de cultivo y proceso de beneficio, las enfermedades y todo aquello que pudiera ser considerado. “Si podemos trazar una taza de café empezando desde la finca, podemos saber más al respecto. Podemos saber más sobre cómo tostarlo. Podemos saborear el impacto de todos estos elementos en la taza”. (Velloso, 2017)

Para quienes hacen parte de los eslabones que conectan los extremos de la cadena, la importancia de poder aplicar una tecnología como Blockchain radica en la gestión eficiente y verificable que puede en cierto modo disminuir costos y tiempo y afianza la cadena comercial ya que da tranquilidad y confianza.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.OBJETIVO GENERAL**

- Lograr una trazabilidad en tiempo real y eficiente en la cadena de valor de los cafés sostenibles con participación de Almacafé S.A. en Colombia, por medio del uso de Blockchain.

### **2.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Identificar los diferentes elementos de trazabilidad que son parte de la cadena de valor de los cafés sostenibles en Colombia y estudiar la aplicación de tecnología Blockchain.
- Conocer las especificaciones de información que espera encontrar cada uno de los actores de la cadena de café sostenible respecto a la trazabilidad y la forma que la requiere.
- Establecer el plan para la implementación de un sistema de trazabilidad en tiempo real, que permita la generación de confianza entre cada uno de los eslabones de la cadena de valor de los cafés sostenibles.

### **3. MARCO REFERENCIAL**

#### **3.1. Historia del Blockchain**

Aunque para algunos autores y sitios de tecnología en Internet, Blockchain surge en 2008 con la aparición del Bitcoin, la tecnología Blockchain tiene sus primeros inicios en 1991, cuando según el portal Binance Academy (Binance, 2018) “los científicos de investigación Stuart Haber y W. Scott Stornetta introdujeron una solución computacionalmente práctica para los documentos digitales con sello de tiempo para que no pudieran ser modificados o manipulados”.

El mismo portal Binance Academy (Binance, 2018) relata que “el sistema usó una cadena de bloques con seguridad criptográfica para almacenar los documentos con sello de tiempo y en 1992 se incorporaron al diseño los árboles Merkle”, permitiendo reunir varios documentos en el mismo bloque, aunque, al ser una tecnología poco usada se dio fin a su patente tiempo antes que llegara el Bitcoin.

“En 2004, el informático y activista criptográfico Hal Finney introdujo un sistema llamado RPoW, Reusable Proof Of Work. El sistema funcionó al recibir un token de prueba de trabajo no intercambiable o no fungible basado en Hashcash y, a cambio, creó un token firmado por RSA que luego podría transferirse de una persona a otra. RPoW resolvió el problema del doble gasto manteniendo la propiedad de los tokens registrados en un servidor confiable que fue diseñado para permitir a los usuarios de todo el mundo verificar su exactitud e integridad en tiempo real. RPoW se puede considerar como un prototipo temprano y un paso inicial importante en la historia de las criptomonedas.” (Binance, 2018)

A finales de 2008, bajo el nombre de Satoshi Nakamoto se publicó una lista criptográfica por medio de la cual se dio pie al nacimiento de Bitcoin como un sistema de efectivo electrónico descentralizado entre pares.

Basado en el algoritmo de Prueba de Trabajo de Hashcash, pero en lugar de utilizar una función de computación confiable de hardware como el RPoW, la doble protección contra gastos en Bitcoin fue proporcionada por un protocolo descentralizado de igual a igual para el seguimiento y la verificación de las transacciones. En resumen, los mineros individuales "minan" bitcoin para obtener una recompensa utilizando el mecanismo de prueba de trabajo y luego verifican los nodos descentralizados en la red. (Binance, 2018)

Blockchain se dio a conocer gracias a Bitcoin del cual se generaron las primeras noticias, siendo este último una de las tantas aplicaciones de Blockchain. “El origen del dinero digital fue posible gracias a la elaboración de un sistema de seguridad prácticamente impenetrable. Este sistema, se desarrolló combinando la tecnología de redes existente (P2P) con técnicas criptográficas avanzadas. De ahí el término criptomoneda”. (Martín, 2018)

Actualmente la tecnología Blockchain ha ganado múltiples campos de acción ayudando en la digitalización de diversas áreas que anteriormente tal vez se hubiera creído de ciencia ficción y sin hablar del futuro con el metaverso. Tal como lo describe Khan (2018) en el documental Blockchain City del canal de YouTube Moconomy - Economía y Finanzas:

“Blockchain ofrece más posibilidades que solamente transacciones financieras, hay literalmente miles de proyectos desarrollados, sistemas de identidad, sistemas de reputación, herramientas de gobierno, sistemas de contabilidad... genera confianza, democratización... sirve para la rendición

de cuentas, registrando cada transacción de forma inmutable, inalterable y permanente, ayudando al registro de la información que siempre está disponible en Blockchain.”

### 3.2. Industrias 4.0.

Hacer posible la aplicación de Contratos Inteligentes bajo la tecnología Blockchain es una realidad asociada a la cuarta revolución industrial, a la cual hemos llegado en un poco más de 200 años. Esta evolución ha estado impulsada por tecnologías disruptivas:

“La mecánica del motor a vapor, la innovación de la línea de montaje y la velocidad de la computadora. La razón por la que se llamaron "revoluciones" industriales es que la innovación que las impulsó no solo mejoraba un poco la productividad y la eficiencia, sino que revolucionaba completamente la forma en que se producían los bienes y cómo se hacía el trabajo. Sistemas, Aplicaciones y Productos” (SAP, s.f.)

La cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, conecta el mundo físico con el mundo digital gracias a diversos elementos como IoT y los sistemas ciberfísicos capaces de controlar equipos, robots o máquinas. El concepto de inteligencia artificial está igualmente presente en la industria 4.0., desde el inicio de un ciclo productivo o de elaboración hasta el consumidor final.

Según la multinacional alemana SAP, enfocada en servicios tecnológicos para la gestión de las empresas, la Industria 4.0 se basa en nueve pilares tecnológicos tal como se observa en la Figura 1. Dentro de los nueve pilares, Blockchain está vinculado a la ciberseguridad:

“Con el aumento de la conectividad y el uso de Big Data en la Industria 4.0, la ciberseguridad efectiva es primordial. Implementando una arquitectura Zero Trust y tecnologías como machine learning y blockchain, las empresas pueden automatizar la detección, prevención y respuesta ante amenazas –y minimizar el riesgo de violaciones a los datos y demoras en la producción en todas sus redes.” (SAP, s.f.)

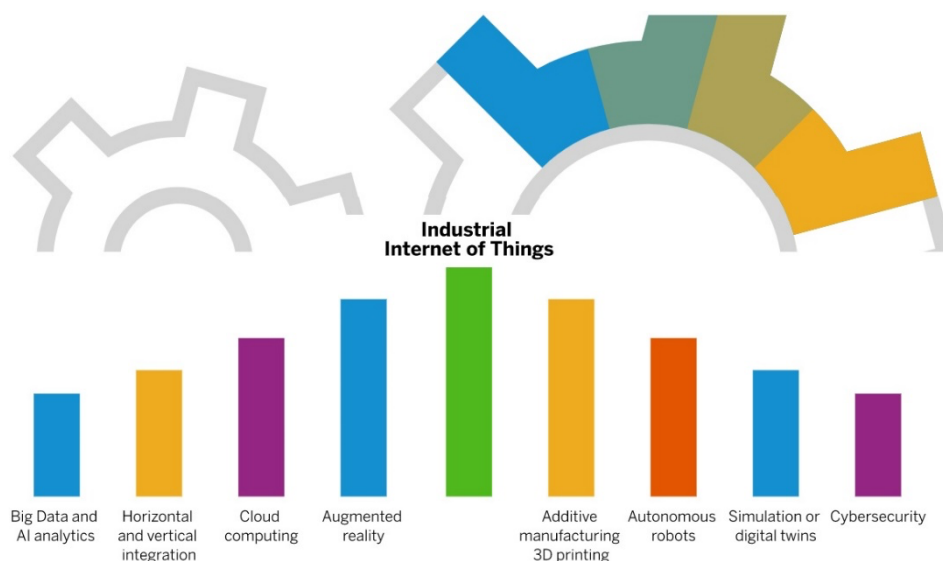


Figura 1. Los nueve pilares tecnológicos de la Industria 4.0. SAP, s.f.

Dentro de la cuarta revolución, se encuentra la agricultura 4.0., que avanza en la aplicación de las nuevas tecnologías buscando satisfacer una demanda cada vez mayor de productos agrícolas con historia, que puedan ser rastreables, verificables e inocuos.

### 3.3. Blockchain y agricultura

Desde luego, la agricultura no es la excepción para el uso de Blockchain, por lo que en la misma ruta de la Industria 4.0., la agricultura 4.0. parte del uso de las nuevas tecnologías donde herramientas de software sumadas a IoT e Inteligencia Artificial están contribuyendo en procesos de innovación que involucran automatización, mayor eficiencia en los procesos, reducción de tiempo y costos en controles y generación de información en tiempo real. “Es posible incorporar etiquetas ligadas a las partidas de productos, con un número único de identificación. Estos identificadores, pueden contener el origen del producto, forma de procesado, temperatura de almacenamiento, fechas de caducidad y otros datos”. (Barrenechea, 2020)

“Los comerciantes de insumos agropecuarios deberán adaptar Blockchain a su modelo de negocio, para evitar falsificaciones y fraudes en la cadena de suministros. De esta manera se podrían reducir costos y preservar la certificación de los estándares sanitarios, fitosanitarios y certificaciones que prueben legalmente a las autoridades relevantes. Fomentando así, prácticas agrícolas sostenibles para reducir las huellas ambientales.” (Barrenechea, 2020)

Es importante considerar en términos agroalimentarios las necesidades de la población mundial que continua en crecimiento y para lo cual el sector primario deberá estar preparado tecnológicamente para brindar más y mejores productos. Así también, la mano de obra escasa en el sector agrícola y la alta dependencia de productos químicos hacen que innovar con nuevas tecnologías sea primordial.

“Los primeros desarrollos dentro de Blockchain fueron por parte de agricultores privados y pequeños productores de alimentos *premium*. De hecho, con esta tecnología llegaron a este nicho para construir relaciones comerciales directas y de confianza con el cliente a través de información transparente del producto, evitando intermediarios y generando un comercio más inclusivo.” (Barrenechea, 2020)

### 3.4. Contratos Inteligentes (Smart Contracts)

Los contratos inteligentes juegan un papel fundamental dentro de la tecnología Blockchain, por medio de ellos se pretende evolucionar los contratos físicos, son en sí programas informáticos cuya principal bondad es la no dependencia de un tercero o de alguien que verifique cada parte del mismo. Roldán (2018) lo describe como:

“Un fragmento de código virtual que se almacena en una red bloques... Dicho código define una serie de condiciones (pactadas por las partes) y consecuencias. De esta forma, si se cumple A, entonces automáticamente el contrato ejecutará B. No se requiere de la interpretación ni de la actuación de ningún intermediario.”

Por su parte, Barrenechea (2020) afirma que:

“Imaginemos las cláusulas y toda la información de un contrato físico, pero almacenado en forma de código informático dentro de Blockchain, ese código puede ser interpretado y ejecuta de forma automática lo que recoge de las cláusulas... Los contratos inteligentes trabajan bajo condicionales, por lo que cualquier condición que esté contemplada supondrá que se ejecuta una acción.”

Llevar los contratos inteligentes al sector agropecuario supone una innovación que se está dando en algunos campos pero que es aún escaso o insipiente. Lo cierto es que su uso una vez extendido logrará efectos en la trazabilidad, eficiencia, transparencia y competitividad. Tal es el caso del café donde las oportunidades se enfocan en poder fusionar procesos de certificación y verificación hasta control en las Denominaciones de origen.

### **3.5.Trazabilidad**

Según el International Standards Organization (ISO, 2015) “al considerar un producto o un servicio, la trazabilidad puede estar relacionada con: el origen de los materiales y las partes; el histórico del proceso; y la distribución y localización del producto o servicio después de la entrega”. Trazar la ruta de un producto permite a los interesados hacer un control de inicio a fin de todo el proceso desde los insumos y su propia trazabilidad hasta el uso que el consumidor final le dé.

“Esto se refiere a dos aspectos principales: por un lado, la identificación del producto mediante un proceso de marcación; y por el otro, el registro de los datos relacionados con ese producto a lo largo de las cadenas de producción, transformación y distribución.” (FAO, 2004)

Hoy en día, gran parte de la trazabilidad es realizada a destiempo de los procesos, lo que ha generado la necesidad de tener la historia en tiempo real y para ello la tecnología está evolucionando en la reducción de tiempos y costos.

### **3.6.Cadena de Custodia en Cafés Certificados**

El concepto de Cadena de Custodia en alimentos según la página web Trazable (s.f.) define la capacidad de una empresa para acreditar su control en todas las etapas por las que pasa un alimento antes de su consumo. Así, junto con la trazabilidad se retroalimentan para favorecer la seguridad alimentaria.

Así mismo en concordancia con el sector agrícola y aplicado al café, NEPCon (s.f.) considera que:

“la CdC es el proceso de seguimiento de un producto desde una finca certificada a través de las diversas etapas de comercialización, fabricación y almacenamiento para garantizar al consumidor final que la afirmación hecha sobre el producto refleja con precisión el contenido o el origen certificado de dicho producto.”

De acuerdo a lo expuesto por ambos autores y los diferentes conceptos que manejan certificaciones como Rainforest Alliance, la Cadena de Custodia para cafés certificados inicia con los procesos de la finca donde el producto de salida, el café pergamino seco, así como las actividades e insumos usados en su obtención deben poderse controlar y verificar, luego sucede igual en la comercialización interna, en los procesos de trilla, en el transporte a puerto, posteriormente en el proceso de torrefacción y preparación de la bebida.



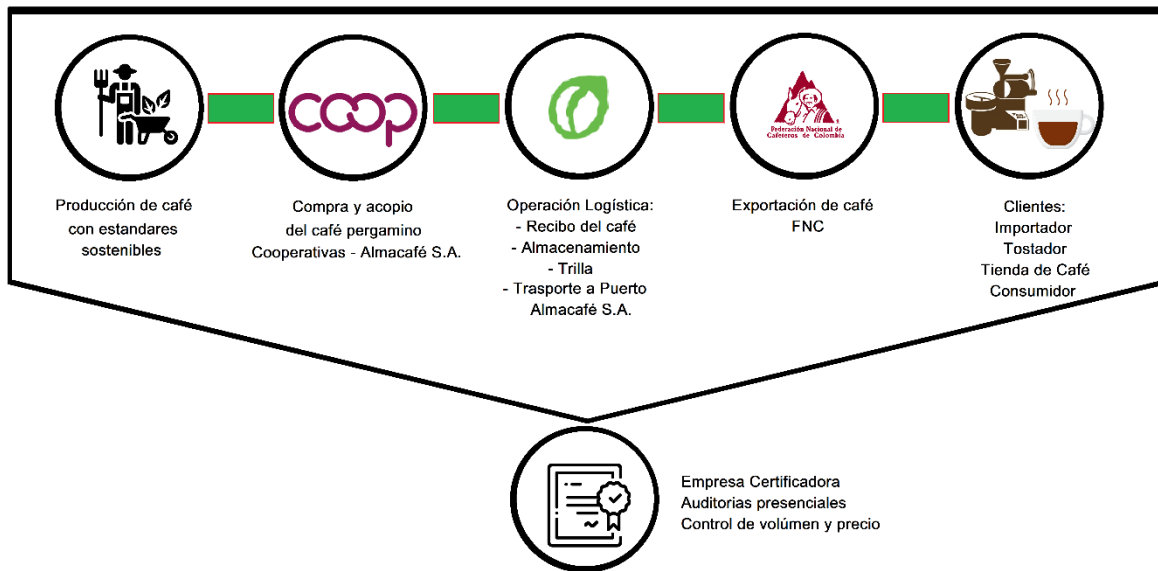


Figura 2. Cadena de suministro de cafés certificados actual. Elaboración propia.

Actualmente la CdC aunque funciona, su eficiencia no es tal vez la mejor y depende de una empresa certificadora que pueda auditar físicamente en un tiempo muy específico cada actor de la cadena, como se muestra en la figura 2. Mientras que al hacer uso de las tecnologías como el Blockchain en conjunto con Inteligencia Artificial, robótica e IoT puede cambiar la forma de controlar los procesos y de interactuar de una forma descentralizada, donde no solo existe comunicación en doble vía, sino en red, ver figura 3.

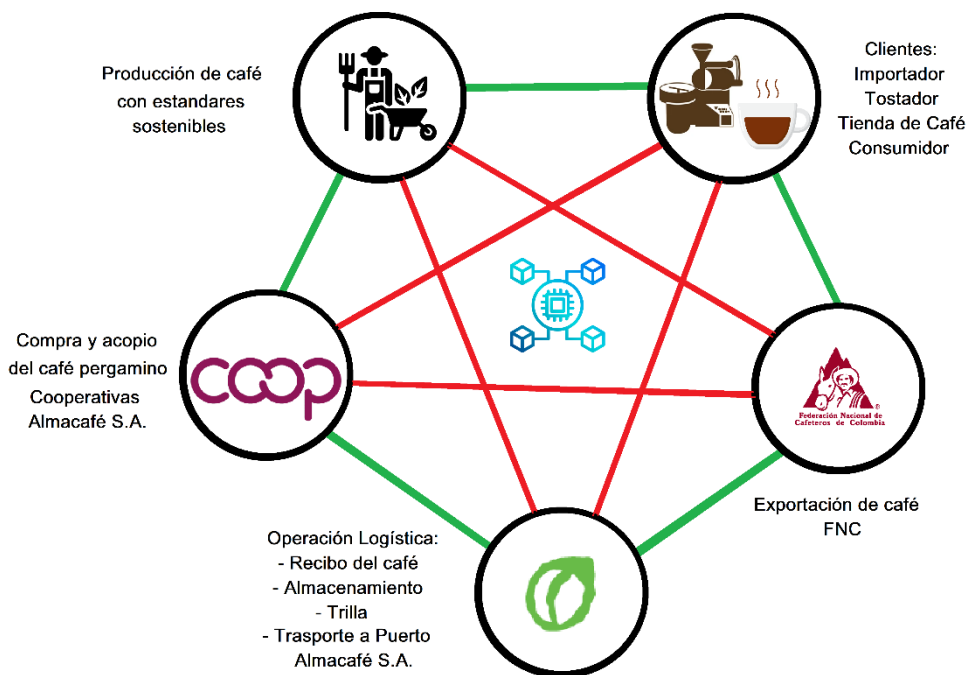


Figura 3. Cadena de suministro de cafés certificados con Blockchain. Elaboración propia.

El siguiente cuadro muestra los aspectos principales de la CdC existente vs la cadena de Custodia con Blockchain, donde el enfoque tecnológico marca una clara diferencia.

<b>Aspectos principales de la Cadena de Custodia de cafés certificados</b>	
<b>Actual</b>	<b>Con Blockchain</b>
Requiere un proceso de certificación de empresa certificadora	El manejo de la información es descentralizada y conocida por todos los actores
Asegurar que el café pergamino seco corresponda a caficultores certificados	La información se interconecta con códigos únicos y no manipulables
Asegurar que el café comprado no se mezcle en el proceso de almacenamiento con otros tipos de café	La información de los bloques se puede asociar con IoT para un manejo totalmente tecnológico
Evitar la contaminación cruzada del producto con otro tipo de elementos que puedan causar falta de inocuidad	Permite sumar información de evaluaciones realizadas a la materia prima y al café oro tipo exportación
Cada actor de la cadena de suministro debe contar con bases de datos de información de los caficultores certificados.	Base de datos centralizada y conocida por todos los actores
Realizar control a los volúmenes comercializados por caficultor de acuerdo con cupos asignados.	Control compartido por todos los actores de la cadena
Realizar control físico y documental por medio de auditorías físicas	Control en tiempo real
Contar con documentos equivalentes a facturas de venta con toda la información del propietario del café, el producto y el precio y sobreprecio transado	Los documentos como facturas, certificados de calidad del producto, certificados de análisis químico, Certificados de Origen pueden ser digitalizados en Blockchain

*Cuadro 1.* Aspectos principales de la cadena de custodia de cafés certificados actualmente y con el uso de Blockchain.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1.Descripción del área de estudio**

Colombia, el tercer país con mayor producción de café, con 92 años de historia gremial y casi dos siglos desde que se tiene registro de la primera producción comercial de café en el año 1835, cuenta actualmente con una base de 540.000 familias cafeteras de las cuales según FNC (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia), 2022, el “96% de los productores son pequeños (con hasta 5 ha), 3% medianos (entre 5 y 10 ha) y 1% grandes (+10 ha)”.

El área sembrada corresponde según FNC, 2017 a un total de 931.746 hectáreas distribuidas en 600 municipios de 23 departamentos, con una producción para el año 2021 de 12,6 millones de sacos de 60 kilos de café verde de exportación, cifra inferior al analizar los últimos 5 años desde 2017 cuando se ubicó en 14,2 millones.

En lo social, el cultivo de café genera alrededor de 960.000 empleos directos e impacta un gran número de personas a lo largo de la cadena de suministro tanto dentro como en el exterior.

Colombia como uno de los principales productores de café suave lavado, ha buscado avanzar en la investigación para cada etapa de la producción. El 85% del área cafetera está sembrada en variedades resistentes a roya como son la variedad Colombia, Castillo y Cenicafé 1. Así mismo en busca de mayor productividad se busca reducir a 6,5 años la edad promedio de los cafetos, por medio de renovación por siembra y zoca y con densidades de siembra mayores a 5500 árboles por hectárea.

Según datos de FNC, 2022 actualmente “la productividad es de 19,32 sacos de 60 kilos de café verde por hectárea”, sin embargo, se busca llegar a 22 sacos/ha por medio de asistencia técnica y apoyo al caficultor con acceso a crédito para renovación y fertilización de sus cultivos.

En términos de exportación de café:

“A cierre del año civil 2022, las exportaciones totales fueron de 11.408.241 sacos de 60kg, una reducción del 8,3% con respecto a 2021, mientras que su valor estimado fue de 3,5 billones de dólares, un 12,4% mayor al año anterior, cerrando como un nuevo récord histórico” (FNC, 2023).

De estas el 48,7% tiene como principal destino el mercado de Estados Unidos seguido de Canadá y Alemania. Desde luego, el café de Colombia llega a muchos mercados en todos los continentes.

Según datos de la FNC en cafés sostenibles existen 195.970 caficultores con 227.856 fincas en las cuales hay por lo menos un estándar de sostenibilidad. Para el 2021 el valor pagado en reliquidaciones al productor ascendió a 15 millones de dólares. Este es sin duda el subsector de la caficultura en la cual no solo Colombia sino todos los países productores del grano tienen la necesidad de avanzar con el fin de generar valor agregado.

En este sentido, la Federación Nacional de Cafeteros se ha trazado el plan 100/100, que significa lograr que el 100% de fincas adopten criterios de sostenibilidad para los 100 años de existencia de la organización.

### **4.2.Revisión de las normas de certificación Rainforest Alliance, FLO y las verificaciones 4C y Nespresso AAA**

Con el propósito de conocer los diferentes criterios que son actualmente aplicados en las certificaciones y verificaciones se plantea realizar un cuadro comparativo donde se logre identificar los componentes de los sistemas de trazabilidad para cada caso a lo largo de la cadena de suministro de los cafés sostenibles, tal como se muestra en el cuadro 1.

Se partirá de la consecución de cada una de las normas para realizar la revisión de los componentes, momentos de captura de la información, tipo de registro, responsable y otro tipo de información que pueda ser valiosa para el presente estudio.

Luego se identificarán los criterios comunes y aquellos particulares de cada norma para generar una lista consolidada.

<b>NORMA</b>	<b>RFA</b>	<b>FLO</b>	<b>4C</b>	<b>NESPRESSO AAA</b>
CONCEPTO / ENFOQUE				
EJE AMBIENTAL				
EJE SOCIAL				
EJE ECONÓMICO				

Cuadro 2. Cuadro modelo para comparativo de las normas Rainforest, FLO, 4C y Nespresso AAA

### 4.3. Entrevista a los diferentes actores de la cadena de cafés sostenibles

Por medio de una entrevista virtual o telefónica (ver anexo 1 y 2) dirigida a personas especializadas en cada eslabón de la cadena, se pretende conocer las especificaciones de la información de trazabilidad que desde su posición consideran clave para la aplicación de una nueva tecnología como Blockchain.

El grupo de entrevistados estará compuesto por personas como:

- Caficultores
- Líder Programa Nespresso AAA
- Gerentes de Cooperativa
- Especialista en Programas Sostenibles de Almacafé
- Técnico de Información logística de Almacafé
- Director de Calidad de Almacafé
- Coordinador de Cafés Especiales del Comité de Cafeteros
- Oficina Comercial de la FNC

Para el análisis de la información contenida en las entrevistas se usará el método de análisis temático donde se buscarán puntos de vista que giren bajo un mismo tema para consolidarlo y obtener conclusiones.

Dadas las diferencias en el área de conocimiento entre los caficultores y los demás perfiles de entrevistados, se proyectan dos modelos de encuesta que permita un mejor enfoque en la aplicación del instrumento.

#### **4.4. Plan para la implementación del sistema de trazabilidad**

Diseñar el plan para implementar el sistema de trazabilidad es la fase final donde se pretende dejar un documento con las consideraciones a tener en cuenta en base a los resultados de lo descrito en las entrevistas y la revisión de las normas de las certificaciones y verificaciones estudiadas.

Este documento deberá contener el alcance, los objetivos y proceso, donde se describa los pasos a seguir para cada una de las etapas de la cadena de suministro partiendo por el cultivo hasta la llegada del café al cliente. Contiene así mismo los tipos de registros que deberán generarse en cada etapa. Por otro lado, contiene la tabla de análisis de riesgos, presupuesto inicial y cronograma de ejecución.

En el plan para la implementación se describirán las actividades y las tareas a desarrollar de forma secuencial, así como los responsables de realizar las mismas en cada uno de los eslabones de la cadena de suministro del café sostenible:

- **Producción de café con estándares sostenibles:** Contiene información del caficultor, la finca, así como los insumos, cultivo y proceso de postcosecha.
- **Compra y acopio del café pergamino seco:** Se registran las actividades desde el momento de la venta del café en la cooperativa o en Almacafé, así como los registros dentro de los cuales está la factura y documentos de análisis de calidad.
- **Operación logística:** Comprende la información que Almacafé S.A. gestiona desde el recibo del café procedente de los puntos de compra de las cooperativas y puntos directos, la disposición del café en arrumes identificados, el proceso de trilla de acuerdo con los requerimientos del cliente de la FNC y finalmente el transporte del café excelso (oro) a los puertos para la exportación.
- **Exportación del café:** Donde se registra la información propia del proceso de exportación como son el volumen, norma de trilla, embarque y destino.
- **Cliente:** finalmente se encuentra el cliente quien luego de recibir la materia prima en café excelso procederá a la torrefacción y empaque del café para la distribución al consumidor final.

Es importante mencionar que para la elaboración del plan de implementación se contará con el apoyo de una empresa experta en trazabilidad bajo tecnología blockchain. La empresa realizará la revisión del plan de tal forma que se pueda confirmar el desarrollo.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1. Identificación de componentes de los sistemas de trazabilidad para las normas de certificación Rainforest Alliance, FLO, 4C y Nespresso AAA desde los ejes ambiental, social y económico:**

Con el propósito de conocer los diferentes criterios que son actualmente aplicados en las certificaciones y verificaciones se realizó un cuadro comparativo identificando los componentes de los sistemas de trazabilidad de los programas de cafés sostenibles Rainforest, FLO, 4C y Nespresso AAA, a lo largo de la cadena de suministro tal como se muestra en el cuadro 3.

Se obtuvieron las normas o herramientas usadas en cada programa, sobre las cuales se hizo la revisión de los componentes, momentos de captura de la información, tipo de registro, responsable e información valiosa para el presente estudio.

Luego se identificaron los criterios comunes y aquellos particulares de cada norma para generar una lista consolidada.

#### **5.1.1. Nespresso AAA: The Tool for the Assessment of Sustainable Quality – TASQ**

Nespresso trabaja bajo la herramienta de evaluación de la calidad sostenible (TASQ), fundamentada en tres componentes estratégicos: Calidad, Regeneración e Inclusividad, los cuales encajan en los pilares de la sostenibilidad y sobre ellos cada productor debe aplicar buenas prácticas que permitan el cumplimiento. Este programa busca obtener café de alta calidad sensorial, preservando el origen bajo grupos de trabajo llamados “clusters”, fundamentado en la protección de la naturaleza y mejores condiciones de vida de los caficultores.

El componente de Calidad enfatiza en temas como la cosecha, beneficio, clasificación, secado, almacenamiento y limpieza del agua, equipos y el empaque.

Regenerativo es el segundo componente, donde se trata aspectos como el uso de agroquímicos permitidos, protección de los ecosistemas (ríos y bosques), uso de productos orgánicos como la materia orgánica, conservación de suelo, manejo integrado de plagas y enfermedades, mapa de la finca, renovación, especies en peligro de extinción, introducción de especies invasoras, cultivos transgénicos, consumo y contaminación del agua, fertilización basada en análisis de suelos y manejo de residuos peligrosos.

El tercer componente es el inclusivo que aborda temas de trabajo infantil, violencia de género, discriminación, trabajo forzado, acoso y abuso, protección de la mujer, almacenamiento seguro de productos químicos, señalización de zonas restringidas, uso de equipos de protección personal, acceso a agua potable y saneamiento básico, conocimiento de costos de producción, uso de registros de ingresos, productividad, salarios y contratos justos, libre asociación, mecanismos de quejas, listado de trabajadores, igualdad de género y temas relacionados con atención de emergencias.

#### **5.1.2. Rainforest Alliance – RFA**

Rainforest busca como programa de certificación la protección de los bosques y ecosistemas adicional a los esfuerzos en materia social y comercial que sumó al fusionar RFA y UTZ. El actual programa cuenta con el estándar de agricultura sostenible, el sistema de aseguramiento y el soporte de tecnologías.

“El Estándar de Agricultura Sostenible, junto con sus sistemas de aseguramiento y tecnología, están basados en datos y en los principios de mejora continua, aseguramiento basado en el riesgo, contextualización y responsabilidad compartida” (RAINFOREST, 2023c)

El programa de certificación cuenta por un lado con el Estándar de Agricultura Sostenible que está compuesto a su vez por los requisitos para fincas y los requisitos para cadena de suministro. De otro lado, se complementa con el sistema de aseguramiento y sistemas de datos y herramientas.

### **5.1.3. 4C: Código Común para la Comunidad Cafetera**

Es la unión de los eslabones de la cadena de suministro de la industria cafetera, iniciando por el caficultor. Este código de comportamiento se expresa en términos de responsabilidad compartida con enfoque de sostenibilidad.

“La Asociación 4C es una organización mundial abierta, voluntaria y participativa que vincula los sistemas de producción - minifundistas, organizaciones/asociaciones, plantaciones y fincas – siempre que estén organizadas en unidades lo suficientemente grandes (Unidades 4C)” (FNC, 2013)

### **5.1.4. Fairtrade Labeling Organization – FLO**

Fairtrade es una estrategia que tiene como objetivo promover el desarrollo sostenible y reducir la pobreza mediante un comercio más justo. (FAIRTRADE INTERNATIONAL, 2020)

Esta certificación pretende lograr cambios en el comercio tradicional del café, buscando beneficios económicos y sociales para los caficultores y sus trabajadores, sin perder de vista la sostenibilidad medioambiental. Se fundamenta en la teoría del cambio.

“La Teoría del Cambio de Fair Trade USA perfila un modelo en el cual la gente prospera en comunidades resilientes y sostenibles construyendo un mercado de negocios responsables y comercio mutuamente provechoso que cultive el consumo consciente” (FAIRTRADE USA, 2021)

### **5.1.5. Comparativo de los componentes de los sistemas de trazabilidad**

De acuerdo con la revisión y comparación de las cuatro normas (ver cuadro 3), se puede identificar desde los ejes de la sostenibilidad, similitudes en sus diferentes criterios, desde luego con enfoques particulares en cada norma. Tal es el caso de Nespresso AAA donde se resaltan criterios de calidad en el eje económico, lo que se puede evidenciar en el clúster de café de la región de Cauca y Nariño (Colombia), origen que presenta una alta calidad en taza y que se ratifica diariamente por la combinación de Buenas Prácticas y condiciones agroclimáticas y que se retribuye en sobrepuestos que oscilan entre 8 y 25 centavos de dólar por libra.

Por otro lado, Rainforest Alliance y 4C, cuentan con normas que trabajan en equilibrio entre los ejes de la sostenibilidad, le apuestan a la protección de fauna y flora, recursos hídricos y la conservación del suelo desde lo ambiental; por el lado social trabajan en condiciones laborales adecuadas, inclusión y erradicación de prácticas laborales inapropiadas; finalmente en el eje económico destacan la reducción de costos y el aumento de la rentabilidad e ingresos para el caficultor.

Fairtrade no está lejos de las anteriores, igualmente trabaja sobre la base de la sostenibilidad con el enfoque del precio justo que hace la diferencia al permitir una base mínima de comercialización y de inversión social.

NORMA	NESPRESSO AAA	RAINFOREST ALLIANCE	4C	FAIRTRADE
CONCEPTO	<p>Verifica el cumplimiento de tres componentes basados sobre la herramienta TASQ (TOOL FOR THE ASSESSMENT OF SUSTAINABLE QUALITY)</p> <p>Herramienta para la evaluación de la calidad sostenible.</p>	<p>Sello de certificación con estándares de sostenibilidad desde los tres pilares, enfocado en temas como Bosques, clima, derechos humanos y medios de vida.</p> <p>Para el consumidor final permite reconocer productos que contribuyen al futuro del planeta y quienes intervienen en la cadena de valor.</p>	<p>Código Común para la Comunidad Cafetera: Código de comportamiento que promueve y fomenta la sostenibilidad de la caficultura y se basa en el mejoramiento ambiental, social y económico en la producción, beneficio y comercialización generando valor para todos los actores de la cadena.</p>	<p>Fairtrade Labeling Organization: Es un programa de comercio justo, basa su trabajo sobre café comercializado con un precio justo que apoya el desarrollo sostenible del productor</p>
EJE AMBIENTAL	<p>PRE-REG-1 y 8 Componente regenerativo: Uso de agroquímicos permitidos.</p>	<p>4.6. Manejo de Agroquímicos</p>	<p>3.2. Uso de pesticidas: 3.2.1. No se usan pesticidas prohibidos y 3.2.2. Uso de pesticidas disminuido</p>	<p>3.1. Desarrollo medioambiental: 3.1.1. Evaluación de riesgos medio ambientales</p>
	<p>PRE-REG-2 Componente regenerativo: Protección de ecosistemas (fuentes hídricas y bosques).</p>	<p>6.1. Bosques, otros ecosistemas y áreas protegidas: Protección de bosques y zonas de amortiguamiento. 6.3. Amortiguamiento ribereño. Zonas de bosque alrededor de ecosistemas acuáticos</p>	<p>3.1. Protección de la biodiversidad: 3.1.1. Protección de los bosques primarios y zonas protegidas</p>	
	<p>BAS-REG-2 Componente regenerativo: Uso de abonos orgánicos (Materia orgánica)</p>	<p>4.4. Fertilidad y conservación del suelo</p>	<p>3.3. Conservación y fertilidad del suelo</p>	



BAS-REG-3 Componente regenerativo: Conservación del suelo mediante el uso de coberturas evitando erosión	6.2. Conservación y Mejoramiento de los Ecosistemas Naturales y la Vegetación		3.1. Desarrollo medioambiental: 3.1.3. Adopción de prácticas agrícolas sostenibles
BAS-REG-4 al 7 Componente regenerativo: Manejo integrado de plagas y enfermedades, uso de variedades resistentes	4.5. Manejo Integrado de Plagas (MIP) 6.9. Reducción de Gases de Efecto Invernadero	3.2. Uso de pesticidas: 3.2.1. No se usan pesticidas prohibidos y 3.2.2. Uso de pesticidas disminuido	
BAS-REG-12 Componente regenerativo: Renovación del cultivo de café	4.1. Siembra y rotación 4.2. Poda y renovación de cultivos arbóreos		3.1. Desarrollo medioambiental: 3.1.2. Plan de adaptación climática
BAS-REG-15 Componente regenerativo: Protección de las especies en peligro de extinción	6.4. Protección de vida silvestre y biodiversidad	3.1. Protección de la biodiversidad: 3.1.2. Conservación de la biodiversidad	
BAS-REG-16 Componente regenerativo: evitar introducir especies invasoras			
BAS-REG-17 Componente regenerativo: no uso de cultivos transgénicos	4.3. Organismos genéticamente modificados (OGM)	3.1. Protección de la biodiversidad: 3.1.3. No uso de Organismos Genéticamente Modificados	
BAS-REG-18 al 24 Componente regenerativo: Consumo responsable de agua y evitar su contaminación	6.5. Gestión y conservación del agua. 6.6. Manejo del agua residual.	3.4. Conservación del agua	3.1. Desarrollo medioambiental: 3.1.1. Evaluación de riesgos medio ambientales
BAS-REG-25 Componente regenerativo: Fertilización basada en el análisis de suelos.	4.4. Fertilidad y conservación del suelo	3.3. Conservación y fertilidad del suelo	

	ADV-REG-6 Componente regenerativo: Manejo adecuado de los residuos peligrosos	6.7. Manejo de desechos.	3.5. Gestión de residuos	
		6.8. Eficiencia Energética	3.6. Consumo de energía	
	BAS-REG-11 Componente regenerativo: Mapa de la finca con los cultivos y áreas de la finca.	1.2. Administración 1.2.10. Mapa de la finca		
EJE SOCIAL	PRE-INC-1 y 2 Componente inclusivo: Se prohíbe contratar menores de 15 años de edad. Se puede contratar jóvenes trabajadores entre 15 y 18 años en actividades acordes.	5.1. Evaluar y Abordar el Trabajo Infantil, el Trabajo Forzoso, la Discriminación, la Violencia y el Acoso en el Trabajo. 1.7. Jóvenes productores y trabajadores	2.1. Derechos humanos y laborales: 2.1.3. El trabajo infantil no existe	3.2. Condiciones laborales: 3.2.2. Política y procedimientos
	PRE-INC-3 y 4 Componente inclusivo: Cero tolerancia contra la violencia de género y discriminación.	1.6. Igualdad de género	2.1. Derechos humanos y laborales: 2.1.6. La discriminación no existe.	3.2. Condiciones laborales: 3.2.3. Sistema de monitoreo y remediación
	BAS-INC- 1 y 2 Componente inclusivo: Protección a la mujer embarazada y lactante	5.5. Condiciones de trabajo: 5.5.3. Licencia de maternidad	2.1. Derechos humanos y laborales: 2.1.13. Condiciones de trabajo justas en horas de trabajo	3.2. Condiciones laborales: 3.2.2. Política y procedimientos
	BAS-INC-3 y 4 Componente inclusivo: Presencia de la mujer en los diferentes espacios.	1.1. Gestión: 1.1.5. Requisitos fundamentales: Igualdad de género	Desarrollo de capacidades y destrezas	
	BAS-INC-5 al 7 Componente inclusivo: Manejo adecuado de	4.6. Manejo de Agroquímicos	2.2. Condiciones de trabajo: 2.2.4. Salud y seguridad	3.2. Condiciones laborales: 3.2.2. Política y procedimientos

	productos agroquímicos			
	BAS-INC-8 Componente inclusivo: Señalización de zonas restringidas.	5.6. salud y seguridad		
	BAS-INC-9 Componente inclusivo: Uso de equipos de seguridad personal		2.2. Condiciones de trabajo: 2.2.5. equipo de protección	
	BAS-INC-10 y 14 Componente inclusivo: acceso a agua potable y saneamiento básico.	5.7. Viviendas y condiciones de vida.	2.2. Condiciones de trabajo: 2.2.2. disponibilidad de instalaciones y equipo sanitario y 2.2.3. Acceso a agua potable	
	BAS-INC-16 Componente inclusivo: libre asociación	5.2. Libertad de Asociación y Negociación Colectiva.	2.1. Derechos humanos y laborales: 2.1.4. Libertad de asociación	
	BAS-INC-17 Componente inclusivo: Establecer un mecanismo de quejas	1.5. Mecanismos de quejas	2.1. Derechos humanos y laborales: 2.1.3. Gestión de quejas	
	BAS-INC-18 Componente inclusivo: listado de trabajadores.	1.2. Administración: 1.2.5. Lista actualizada de trabajadores de la finca		
	BAS-INC-15 y 19 Componente inclusivo: salarios y contratos justos	5.4. Salario digno	2.1. Derechos humanos y laborales: 2.1.10. Contratos de trabajo justo	3.2. Condiciones laborales: 3.2.2. Política y procedimientos
	BAS-INC-21 Componente inclusivo: horario de trabajo de acuerdo a los requisitos legales.	5.3. Salarios y contratos. 5.5. Condiciones de trabajo.	2.1. Derechos humanos y laborales: 2.1.13. Condiciones de trabajo justas en horas de trabajo	3.2. Condiciones laborales: 3.2.1. evaluación de riesgos

		5.8. Comunidades	2.1. Derechos humanos y laborales: 2.1.14. Impacto en comunidades aledañas	
EJE ECONÓMICO	BAS-INC-11 Componente inclusivo: Conocimiento de los costos de producción	3.1. Costos de producción e ingreso digno.	1.1. Gestión de negocio: 1.1.5. Buenas Prácticas para garantizar rentabilidad y productividad a largo plazo	4.1. Precio y prima Fairtrade: 4.1.1. Referencia de precio de mercado
		2.1. Trazabilidad. 2.2. Trazabilidad en la plataforma en línea.	1.4. Trazabilidad	2. Comercio: 2.1. Trazabilidad: Ventas <= Producción estimada
	BAS-INC-12 Componente inclusivo: registro de ingresos.	3.1. Costos de producción e ingreso digno.		4.2. Pago oportuno y 4.3. acceso al financiamiento
	BAS-INC-13 Componente inclusivo: productividad y producción anual	3.2. Diferencial de sostenibilidad	1.1. Gestión de negocio: 1.1.5. Buenas Prácticas para garantizar rentabilidad y productividad a largo plazo	4.1. Precio y prima Fairtrade: 4.1.3. precio mínimo Fairtrade a lo largo de la cadena de suministro
	BAS-QUA-1 Componente Calidad: Planificación de la cosecha	3.3. Inversiones en sostenibilidad		4.1. Precio y prima Fairtrade: 4.1.4. prima Fairtrade
	BAS-QUA-2 al 15 Componente Calidad: Buenas Prácticas en la cosecha, beneficio, clasificación, secado, almacenamiento y limpieza.	4.7. Prácticas de cosecha y post-cosecha	1.3. Acceso a servicios e información del mercado: 1.3.2. Mecanismos de precio que reflejan la calidad del café y las prácticas de producción sostenible	

*Cuadro 3.* Comparativo de los componentes de los sistemas de trazabilidad en las Normas Nespresso AAA, Raiforest Alliance, 4C y Fairtrade. Elaboración propia.

La anterior compilación de criterios de las normas estudiadas permiten identificar una gran cantidad de criterios compartidos o en común y criterios distintivos o diferenciadores, clasificados en el cuadro siguiente:

EJE / CRITERIOS	CRITERIOS COMPARTIDOS	CRITERIOS DIFERENCIADORES
CONCEPTO	Las 4 normas de certificación / verificación, comparten el concepto de sostenibilidad apalancado en los 3 ejes.	Calidad = TASQ NESPRESSO AAA Equilibrio normativo = RAINFOREST y 4c Precio justo = FAIRTRADE
EJE AMBIENTAL	Uso y manejo responsable de los productos químicos: PRE-REG-1 y 8; RA 4.6, 4C 3.2.1 y 3.2.2.; FT 3.1.	Gases de Efecto Invernadero = RA 6.9; Variedades Resistentes = BAS-REG-4 AL 7
	Conservación de la biodiversidad: PRE-REG-2, 15 y 16; RA 6.1., 6.3. y 6.4.; 4C 3.1.; FT 3.1.	Renovación del cultivo = BAS-REG-12; RA 4.1. y 4,2; Adaptación Climática = FT 3.1.2.
	Manejo y conservación del suelo: BAS-REG-2, 3 y 25; RA 4.4. y 6.2.; 4C 3.3.; FT 3.1.	Organismos Genéticamente Modificados (OGM) = BAS-REG-17, RA 4.3.;4C 3.1.
	Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades: BAS-REG-4 AL 7; RA 4.5.; 4C 3.2.; FT 3.1.	Manejo adecuado de la energía: RA 6.8.; 4C 3.6.
	Conservación de los recursos hídricos: BAS-REG-18 al 24; RA 6.5. y 6.6., 4C 3.4.; FT 3.1.	Manejo de registros y control: BAS-REG-11; RA 1.2. y 1.2.10
	Manejo de Residuos: ADV-REG-6; RA 6.7.; 4C 3.5.; FT 3.1.1.	
EJE SOCIAL	Derecho a la infancia y a la educación: PRE-INC-1 y 2; RA 5.1. y 1.7.; 4C 2.1. y 2.1.3.; FT 3.2.	Mantenimiento de registros y control: BAS-INC-18; RA 1.2. y 1.2.5.
	Condiciones de trabajo: PRE-INC-3 y 4; BAS-INC-1 al 4, 10, 14, 16 y 17; RA 1.1., 1.5., 1.6., 5.2., 5.5. y 5.7.; 4C 1.2., 2.1., 2.1.6., 2.1.13 y 2.2.; FT 3.2., 3.2.2. y 3.2.3.	Relaciones con la Comunidad: RA 5.8.; 4C 2.1. y 2.1.14
	Salud y seguridad para trabajadores y familias: BAS-INC-5 al 9; RA 4.6. y 5.6.; 4C 2.2., 2.2.4.y 2.2.5.; FT 3.2. y 3.2.2.	
	Contrato laboral y Salario de acuerdo a lo legal: BAS-INC-15, 19 y 21; RA 5.3., 5.4. y 5.5.; 4C 2.1; FT 3.2.	
EJE ECONÓMICO	Mantenimiento de registros y control: BAS-INC 11 al 13, RA 3.1. y 3.2., 4C 1.1.; FT 4.1. al 4.3.	Garantizar un precio de sustentación: FT 4.1. y 4.1.4
	Garantizar la trazabilidad del producto: RA 2.1. y 2,2.; 4C 1.4.; FT 2 y 2.1.	Cuidar la calidad del producto: BAS-QUA-1 al 15; RA 3.3. y 4.7.; 4C 1.1. y 1.3.

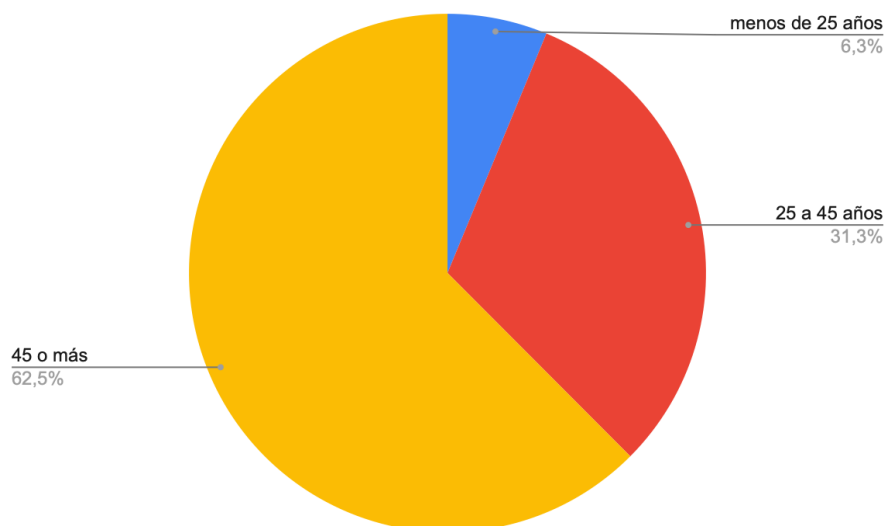
Cuadro 4. Clasificación de criterios compartidos y diferenciadores de las cuatro normas estudiadas. Elaboración propia.

La clasificación de la información permite identificar documentos y registros como parte de los sistemas de trazabilidad, de los que se pueden citar por un lado aquellos que están directamente asociados al volumen a comercializar de acuerdo a la producción, como son facturas de venta del café donde se especifica el precio y sobrepagos pagados y listados de productores activos en las bases de cada programa. Y, de otro lado podemos encontrar registros propios de las fincas y los demás actores de la cadena de suministro, tal es el caso de facturas de insumos agrícolas (agroquímicos, abonos), registros de trabajadores y empleados, análisis de suelos, mapa de la finca, inventarios de fauna y flora, registros de calidad del café vendido, georreferenciación de fincas, bodegas y puntos de compra, los cuales complementan aspectos de trazabilidad que pueden ser sistematizados bajo las nuevas tecnologías.

## **5.2. Análisis de las especificaciones de la información de trazabilidad consideradas por los diferentes actores de la cadena de suministro que deban ser visibles con la aplicación de una nueva tecnología como Blockchain.**

Se aplicó una encuesta tipo de entrevista, de forma virtual, con la ayuda de Formulario Google, precisamente que permitiera conocer la interacción de los diferentes actores con la tecnología. De acuerdo con lo planteado se realizaron 2 tipos de entrevista, la primera dirigida a caficultores y la segunda a otros actores de la cadena de los cafés sostenibles.

Participaron en total 16 personas de las cuales 9 son caficultores y 7 personas pertenecen a la cadena de suministro del café; Cooperativa (3), Almacafé (3) y FNC (1). Del total, el 62,5% tienen una edad de 45 o más años lo que los sitúa en un grupo de personas de amplia experiencia.



*Figura 4.* Distribución de la edad del grupo de personas entrevistadas. Elaboración propia.

Así mismo, se consultó por la experiencia en el sector cafetero, identificando que: el 50% de los entrevistados cuentan con una experiencia mayor a 25 años y el 68,8% supera los 15 años en el sector. El amplio tiempo de experiencia permite hacer un paralelo con la evolución tecnológica y afirmar que este grupo de personas han visto el cambio en el registro de información y la comunicación, desde el uso del papel y el teléfono hasta el internet y últimamente lo relacionado a las Industrias 4.0.

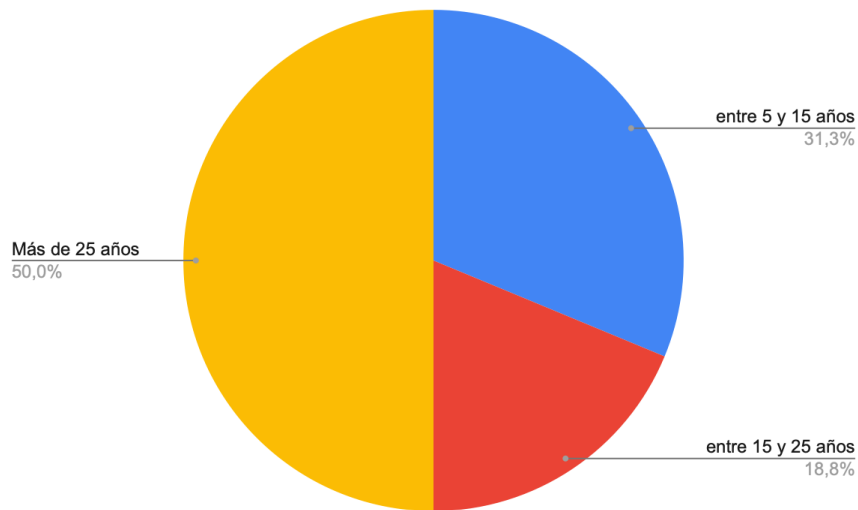


Figura 5. Distribución del tiempo de trabajo o experiencia en el sector café, del grupo de personas entrevistadas. Elaboración propia.

### 5.2.1. Aspectos relevantes para el grupo de caficultores entrevistados.

Como punto de partida se observa que todos los caficultores cuentan con al menos una certificación y que 2 de ellos cuentan con hasta 3 de las mencionadas, lo que nos permite tener un público que ha trabajado en procesos de sostenibilidad, ya que es la base en el concepto de las normas analizadas.

Respecto a las normas se observa mayor tendencia en la aplicación de Nespresso AAA, lo que es válido en el departamento de Nariño por la presencia del cliente Nespresso que realiza la compra del café a más de 7.000 caficultores en la zona.

La verificación 4C no fue seleccionada, a pesar de que en el departamento hay más de 24.000 caficultores como parte de la base de información, lo que puede deberse a la falta de conocimiento de esta norma.

Cuenta actualmente con alguna de las siguientes certificaciones / verificaciones:

9 respuestas

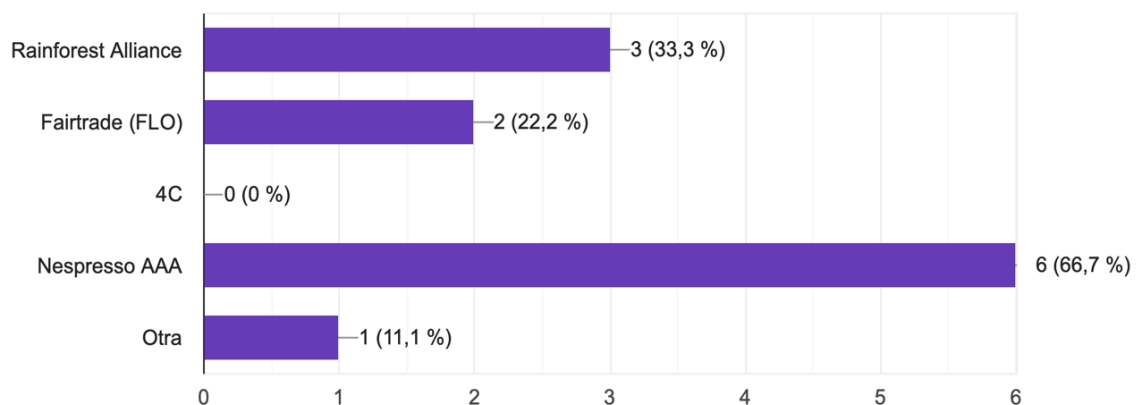


Figura 6. Certificaciones y verificaciones del grupo de caficultores entrevistados. Elaboración propia.

Se consultó a los caficultores entrevistados por los beneficios de los programas de certificación, cuyas respuestas tienen relación con el posicionamiento del café en el mercado, mejores precios y sobrepuestos, cuidado del medio ambiente, mejores condiciones de vida para las personas, acompañamiento técnico, calidad, organización y transferencia tecnológica. Todos estos beneficios se pueden encontrar como parte de los criterios de las normas analizadas. Desde luego el común denominador es el factor económico que claramente es un criterio que materializa el esfuerzo de los caficultores al aplicar los diferentes programas.

Los registros son una parte clave en la trazabilidad de la cadena de suministro del café y los caficultores entrevistados lo entienden de esa forma. Las facturas de venta del café, facturas de compra de abono, registros de pago de mano de obra, producción, egresos de la actividad cafetera, registros de la calidad física y sensorial, registros de labores agrícolas, inventario de activos e inversiones, e incluso registros fotográficos y el mapa de la finca son parte fundamental para demostrar ante los organismos de certificación el cumplimiento de la norma para conservar su estatus de producto verificado / certificado.

Un punto considerado en la entrevista respecto a la relación entre los resultados de las auditorías y la realidad del día a día en la finca, muestra que solo el 33% de los caficultores entrevistados está completamente de acuerdo con esta afirmación, el restante 67% tiene dudas sobre la relación de la auditoría con la realidad, lo que genera interrogantes de si al momento de hacer el control por medio de las auditorías in situ se pueda visibilizar diversas situaciones, como por ejemplo el hecho de que en se pueda ocultar algunos incumplimientos de cara al auditor como el uso de agroquímicos no permitidos o las ventas que se realizan sin poder determinar si corresponden a cafés de la finca certificada u otras que no cuenten con la certificación. Desde luego es necesario mencionar que el hecho de cumplir con un compromiso comercial debe estar fundamentado en la honestidad para que una auditoría cumpla su objetivo de control con miras al mejoramiento.

3. ¿De 1 a 10 como califica el resultado de la auditoría en relación con la realidad del día a día en su finca? (1 = Nada ajustado a la realidad y 10 = Totalmente ajustado a la realidad)

9 respuestas

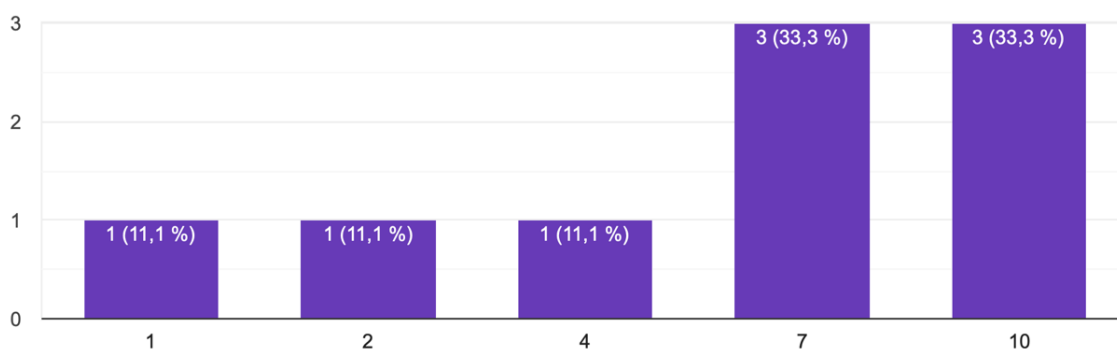


Figura 7. Calificación de la auditoría en relación con la realidad de la finca. Elaboración propia.

El siguiente aspecto consultado al grupo de caficultores entrevistados tiene que ver con su conocimiento de la ruta que sigue su producto una vez sale de la finca. En general se puede decir que se conoce de forma básica el proceso, pero es necesario profundizar en el diagrama de flujo y en como cada entidad interviene y la función que cumple. Menos de la mitad de las respuestas expresadas demuestran que hace falta interiorizar mejor las actividades que cada empresa realiza. Únicamente



uno de los caficultores entrevistados demostró amplios conocimientos en la toda la cadena de suministro.

#### 4. ¿Conoce lo que sucede con su café después de ser entregado en la Cooperativa?

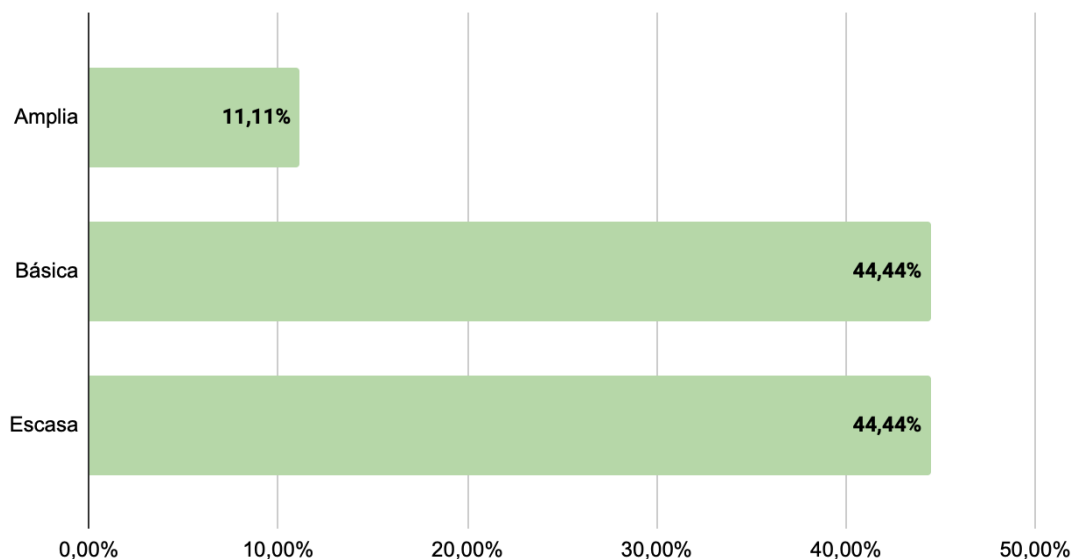


Figura 8. Valoración de los conocimientos sobre la ruta que recorre el café posterior a la entrega según respuestas del grupo de caficultores entrevistados. Elaboración propia.

Finalmente, respecto al acceso a las tecnologías como el internet, el 33% manifiesta tener acceso permanente y apropiado versus el 11% que no cuenta con acceso. El resto cuentan con acceso, pero no es suficiente, es intermitente o no cuentan con la experiencia apropiada para interactuar.

#### 5. ¿Qué tan avanzada considera su interacción o acceso con las nuevas tecnologías como el internet en base a la disponibilidad de conectividad...Sin acceso y 10 = Acceso permanente y apropiado)

9 respuestas

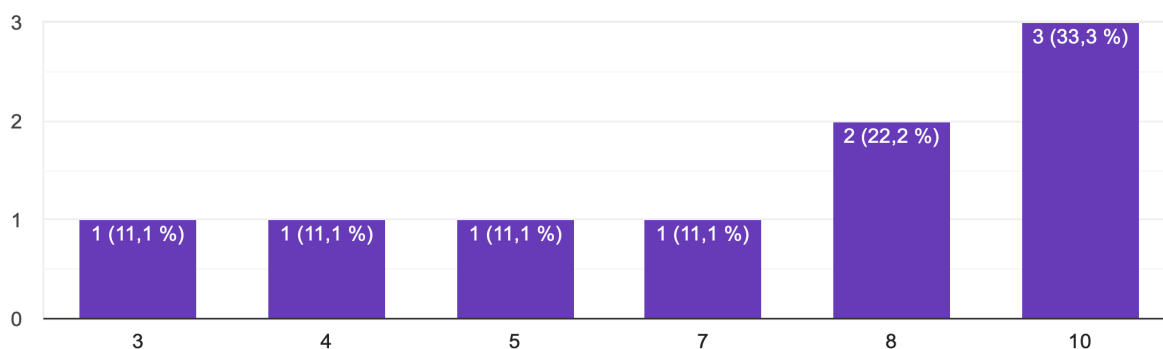


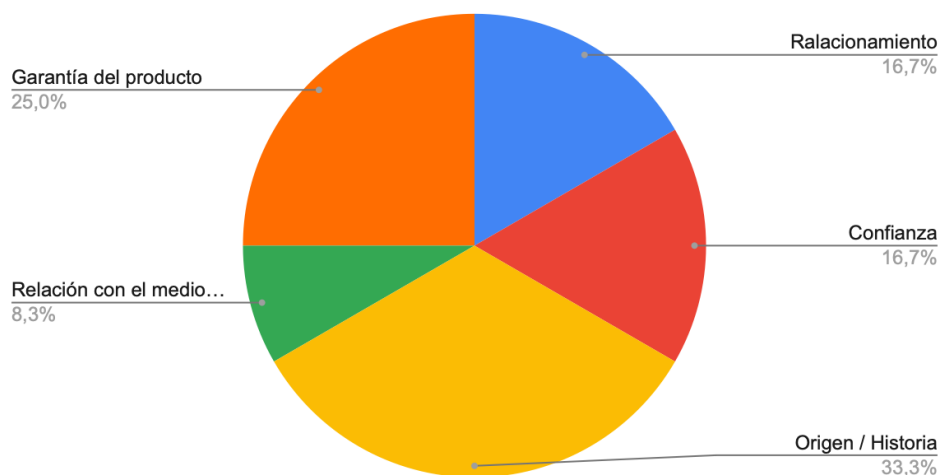
Figura 9. Calificación del acceso a nuevas tecnologías por parte del grupo de caficultores entrevistados. Elaboración propia.

### 5.2.2. Aspectos relevantes para los demás actores de la cadena de café

Respecto a las personas entrevistadas pertenecientes a la cadena de suministro, se les consultó sobre su experiencia con diversas certificaciones y verificaciones. El total de los entrevistados han trabajado o conocen la certificación Rainforest, 4C el 85,7% y Nespresso y Fairtrade 71,4%. Dentro de otras certificaciones 3 personas manifiestan conocer la Certificación UTZ (fusionada actualmente con Rainforest), Orgánica y C.A.F.E. Practices. En términos generales, el grupo de personas entrevistadas son cercanas a los procesos de certificación y verificación, lo que permite indicar que existe un amplio recorrido en el país en la producción de los cafés sostenibles.

Se preguntó al grupo sobre la importancia de la trazabilidad dentro del contexto de la cadena de custodia en el café, a lo cual los entrevistados manifestaron aspectos como la confianza y el relacionamiento, garantía del producto, origen y la historia del producto a lo largo de las etapas de producción, comercialización, industrialización hasta el consumidor final. Todos los aspectos mencionados son válidos frente al concepto de trazabilidad y su relación con la sostenibilidad.

### 1. ¿Porque es importante la trazabilidad dentro del contexto de la cadena de custodia en el café?



*Figura 10.* Principales conceptos asociados a la trazabilidad para el grupo de otros actores encuestados. Elaboración propia.

De otro lado, el papel de la empresa certificadora / verificadora es reconocido por su objetivo de verificar el cumplimiento de requisitos de cada norma o estándar, de cara a que el consumidor se sienta satisfecho con el producto, se pueda demostrar la trazabilidad y donde se incluya un ciclo de mejoramiento.

Ahora bien, al preguntar al grupo por la relación entre los resultados de las auditorias y la realidad del día a día en la organización para la que trabajan, sucede algo similar a los resultados de los caficultores entrevistados, solo el 14,3% equivalente a una persona considera que si hay una correspondencia total. Los demás consideran que es necesario ajustar de alguna manera lo controlado en la auditoria con la realidad.

3. ¿De 1 a 10 como califica el resultado de la auditoria en relación con la realidad del funcionamiento de una empresa en su operación diaria?

7 respuestas

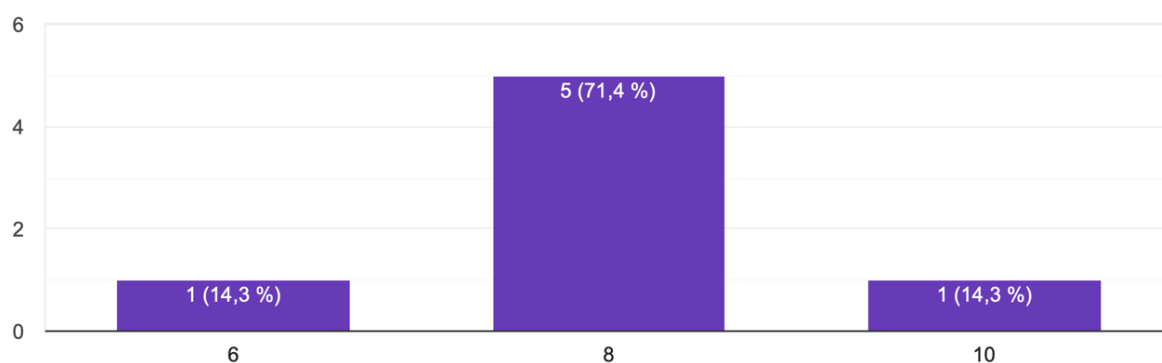


Figura 11. Calificación de la auditoria en relación con la realidad de la empresa. Elaboración propia.

De acuerdo con el siguiente cuadro, los procesos de auditorías según la experiencia de los actores consultados, tiene bondades y puntos para fortalecer, lo que permite de cierta forma sugerir que con las nuevas herramientas informáticas es posible buscar alternativas sin dejar de implementar las auditorias presenciales por parte de las certificadoras; es un complemento que puede aportar a los controles que se aplican.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Verificación del cumplimiento de requisitos de acuerdo a la norma.	Riesgo por sesgo debido a la evaluación parcial o en un momento determinado.
Puede contribuir en la mejora de condiciones socioeconómicas y ambientales de los actores de la cadena.	Imposibilidad de acompañamiento permanente ya que es un punto de control definido.
Permite identificar los aspectos de Trazabilidad.	Existe un riesgo en la aplicación de las normas por fuera del alcance.
Permite un ciclo de mejora continua y la Identificación de no conformidades para una oportuna intervención	Los tiempos implementados son muy cortos para lograr una mejor imagen de los procesos.
Genera confianza al consumidor final.	Los altos costos asociados al proceso.
	Su aplicación puede significar que no hay suficiente transparencia entre las partes.

Cuadro 5. Ventajas y desventajas de los procesos de auditoria actuales según el grupo de personas entrevistadas. Elaboración propia.

En términos de la información compartida por y para los actores de la cadena que permita una interacción en red, se recogen diversas respuestas, por un lado se considera que debe ser la suficiente para un adecuado manejo de la trazabilidad, debe incluir indicadores o logros obtenidos por la implementación de un programa de certificación / verificación y registros de mercado, con una mayor participación de los comercializadores, con detalle de cifras en costos, gastos y registros de diversos

aspectos como el manejo de residuos, adaptación de los sistemas de trazabilidad a las condiciones locales; y finalmente que la calidad de la información sea apropiada para el pleno conocimiento de las especificaciones del programa de certificación.

De acuerdo con lo anterior, se pueden presentar dos escenarios bajo el sistema Blockchain, donde las certificadoras podrían no ser una pieza clave por cuanto el concepto del Blockchain es servir para asegurar que las operaciones en cada eslabón de la cadena sean transparentes y sobre todo en tiempo real.

El concepto del Blockchain implica que cada actor confirme que cada paso o transacción se realizó y con unos parámetros definidos por lo que todos van a saber por ejemplo cuando un caficultor dice que tiene una finca de 2 hectáreas y en ella produce 1500 kilos de café pergamino seco y esta información es confirmada en el sistema por el asesor técnico, los demás actores igualmente lo sabrán, luego si él registra una venta hoy día inmediatamente se va a tener el dato en toda la cadena de información y ya nadie más podrá modificar dicho volumen vendido, que va a estar amarrado a una factura de venta. Esa es una ventaja del uso de Blockchain que todos van alimentando el sistema desde lo que les corresponde pero a la vez todos se dan cuenta de esa transacción.

Aunque, por otro lado, las certificadoras podrían integrarse al sistema Blockchain y de esa forma hacerlo más robusto, ya que por cierto siguen administrando lo relacionado al uso del sello, lo que puede de cierta forma terminar involucrando su presencia en el uso de la nueva tecnología.

El control es un aspecto clave ya que la información es el activo más valioso en el sistema de trazabilidad y de acuerdo con las respuestas del grupo de entrevistados se destaca que para ejercer el control de información es necesario el monitoreo, con bases de datos de acceso restringido o con credenciales configuradas de acuerdo con el rol del actor, quizá donde se pueda combinar herramientas físicas y software y que pueda existir una participación activa con retroalimentación.

En mención al Blockchain y su aplicación en sistemas de trazabilidad con una posible repercusión sobre los procesos actuales de certificación, las personas consultadas tienen varias posiciones, desde escepticismo hasta total convencimiento de que las nuevas tecnologías van a aportar significativamente.

Las nuevas tecnologías como el Blockchain son para muchos una necesidad de implementación que contribuirá a la actualización, como parte de procesos de innovación y con efectos en reducción de costos y aumento de la seguridad evitando la intervención inadecuada de las personas. Desde luego, es importante evaluar la madurez de la tecnología a aplicar, generar periodos de transición que dependerán de la agilidad en el aprendizaje de los involucrados.

Una respuesta llama la atención al manifestar que el ser humano es necesario en el proceso, de tal forma que pueda intervenir para resolver particularidades. Desde luego es válido justificar la presencia humana en los procesos tecnológicos y lo que se puede entender de esta apreciación es que la tecnología debe ayudar a las personas y no lo contrario, dando mayor alcance al hecho de equilibrar los procesos físicos operativos con la intervención de Blockchain en temas documentales.

Precisamente la última pregunta formulada a los entrevistados hace referencia a que otras tecnologías pueden apalancar el proceso de trazabilidad, donde Blockchain funcione en conjunto con otras herramientas como los códigos de barras, QR, RFID, IoT, etiquetas inteligentes, empaques y embalajes, sistemas de transporte, elementos de retroalimentación y recolección de datos.

Como comentarios finales de opinión respecto a las nuevas tecnologías, se ve con gran proyección su uso, gracias a la innovación y la globalización del internet, brindando eficiencia y seguridad, desde

luego aterrizado a las distintas realidades actuales de la ruralidad, cuyo acceso es limitado, lo que significa un proceso de transición y usabilidad a mediano plazo, donde la retribución económica es lo que permite materializar el esfuerzo por producir un café de alta calidad con un sello de sostenibilidad, sin dejar de lado que todos los demás actores deben tener algún tipo de beneficio.

### 5.3. Documento de diseño del plan de implementación para un sistema de trazabilidad.

Como resultado final se ha generado el diseño del plan para la implementación del sistema de trazabilidad, sumando también las consideraciones obtenidas de las entrevistas y la revisión de las normas de las certificaciones y verificaciones estudiadas.

**5.3.1. Plan de implementación:** contiene objetivos, alcance y descripción del proceso, donde se describen los pasos a seguir para cada una de las etapas de la cadena de suministro partiendo por el cultivo hasta la llegada del café al cliente, incluyendo los tipos de registros que deberán generarse en cada etapa.

#### OBJETIVO

Garantizar el origen, volumen y calidad del café producido en Colombia a nivel de finca y clúster, con certificaciones y verificaciones de sostenibilidad aplicando la tecnología Blockchain.

#### ALCANCE

Toda la cadena de suministro de café especial o sostenible que haga parte de un programa de certificación y/o verificación, según siguiente figura:



Figura 12. Alcance según los eslabones de la cadena de suministro. Elaboración propia.

#### CONDICIONES GENERALES

Para la implementación se debe partir de las siguientes condiciones:

- a. Caficultores incluidos y actualizados en el Sistema de Información Cafetera (SICA): Este sistema incluye toda la información de estructura de cada finca cafetera y su administración es responsabilidad de la FNC:
  - Altura (msnm)
  - Georreferenciación
  - Área total
  - Área en el cultivo de café
  - Estructura de cada lote: Variedad, densidad de siembra, área, asocio / sombrero, Cantidad de plantas. Se actualiza cuando se realiza renovación por zoca o siembra.
- b. Actualización de la base de datos de cada programa de certificación y verificación: de acuerdo con la última actualización vincular los caficultores que hacen parte de los programas como Nespresso AAA, 4C, Fairtrade o Rainforest y los cupos asignados por productor en la certificación / verificación si aplica.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación, se presentan las actividades, responsables, resultados y tiempos de implementación:

N°	Actividades	Responsable	Resultados esperados	Tiempo de entregables (mes)											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<b>Producción de café con estándares sostenibles</b>														
1.1	Identificación del caficultor y la finca de acuerdo al Sistema de Información Cafetera (SICA)	FNC	Base de datos con la información del caficultor y la finca actualizada: incluye información básica del caficultor, composición de los lotes de la finca, variedades, sistema de siembra, área, número de árboles.												
1.2	Georreferenciación de las fincas con programa ARGIS	FNC	Fincas georreferenciadas con la distribución de lotes e infraestructura del proceso de postcosecha.												
1.3	<b>Diseño de la plataforma de registro / Módulo de Información de Finca y Transferencia de Tecnología:</b> registros de actividades agronómicas, de producción y ventas de café por medio de Plataforma de Trazabilidad	Servicio de Extensión / Comité de Cafeteros / Caficultor, con ayuda de experto en tecnología	Formatos sistematizados por medio de APP asociada: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Floración</li> <li>2. Estructura de lotes</li> <li>3. Actividades agrícolas</li> <li>4. Recolección de cereza</li> <li>5. Control en beneficio</li> <li>6. Ventas de café</li> </ol>												
1.4	<b>Diseño de la plataforma de registro / Módulo de Información de Finca y Transferencia de Tecnología:</b> inclusión de Stock de inventario con salida y entradas de	Servicio de Extensión / Comité de Cafeteros / Caficultor, con ayuda de experto en tecnología	Reporte de inventarios de insumos, asociando información como cantidades, marca, nombre del producto, toxicidad, uso. Vinculada a la APP												

	insumos como fertilizantes y agroquímicos.																		
2	<b>Compra y acopio del café pergamino seco</b>																		
2.1	Revisión y ajuste de los sistemas tecnológicos de la cooperativa para la compra e inventario del café, con la respectiva facturación legal. Incluir tecnología online.	Cooperativa	Sistema de compra actualizado que permita realizar trazabilidad de cada compra de café con volúmenes, precios y sobrepagos asociados al caficultor, con facturación <b>7. Factura</b>																
2.2	<b>Diseño de la plataforma de registro / Módulo Comercial:</b> Registro de calidad física y sensorial	Cooperativa / Almacafé	Diseño del registro con la información de aspectos físicos como: humedad, rendimiento, % de granos defectuosos; y Sensoriales como : Puntaje de taza, acidez, cuerpo, dulzor, notas de perfil. <b>8. Reporte de Calidad</b>																
3	<b>Operación logística</b>																		
3.1	Integración del ERP SAP: Información la operación logística con la información de la cooperativa y FNC	FNC / Almacafé / Cooperativa	Lograr el flujo de información desde la finca, la cooperativa para integrarla con la información registrada en SAP, incluye: - Recibo del café - Almacenamiento por material y programa (Nespresso AAA, Rainforest, 4C, otros) - Trilla del café: de acuerdo a las instrucciones de trilla, condiciones de preparación y materia prima a emplear (café pergamino seco) - Transporte a puerto. Nota: Tanto FNC como Almacafé ya cuentan con SAP y el registro de toda la																

			información. Lo pendiente es integrar hacia atrás la información.															
4	<b>Exportación de café</b>																	
4.1	Integración del ERP SAP: Información del proceso de exportación con la información de la cooperativa y FNC	FNC / Almacafé / Cooperativa	Lograr el flujo de información desde la finca, la cooperativa para integrarla con la información registrada en SAP referente a la exportación que incluye: - Lote OIC, Pedido, condiciones de calidad, cliente, puerto de salida y destino.															
5	<b>Cliente</b>																	
5.1	<b>Diseño de la plataforma de registro / Módulo Comercial:</b> Integración de registros de ventas de café.	Cientes / FNC / Almacafé	Conocer los volúmenes de café (materia prima) adquirido y café tostado producido y vendido al consumidor final.															
6	<b>Prueba piloto</b>																	
	Aplicación a un grupo piloto de caficultores y un punto de compra de una cooperativa	FNC / Almacafé / Cooperativa	Evaluación del sistema y plan de mejora de acuerdo a los resultados de la prueba.															

Cuadro 6. Plan de Implementación. Elaboración propia.



**5.3.2. Plataforma de registro:** El diseño de la plataforma estará bajo la gestión de Almacafé, junto con la empresa Trace Coffee con la cual se viene desarrollando proyectos de trazabilidad y custodia remota de mercancías. Trace Coffee tiene como principal ventaja la experiencia en proyectos relacionados con café en Colombia, no solamente con FNC, Juan Valdez y Almacafé sino algunas otras empresas del sector.

El APP tendrá un escenario principal al cual se le podrán asociar elementos informativos relacionados el mercado, clima y aspectos técnicos del cultivo, también elementos de contacto para soporte e incluso entrenamiento y reportes de seguimiento de trazabilidad. De aquí se desprenden los tres módulos para el registro de la información.

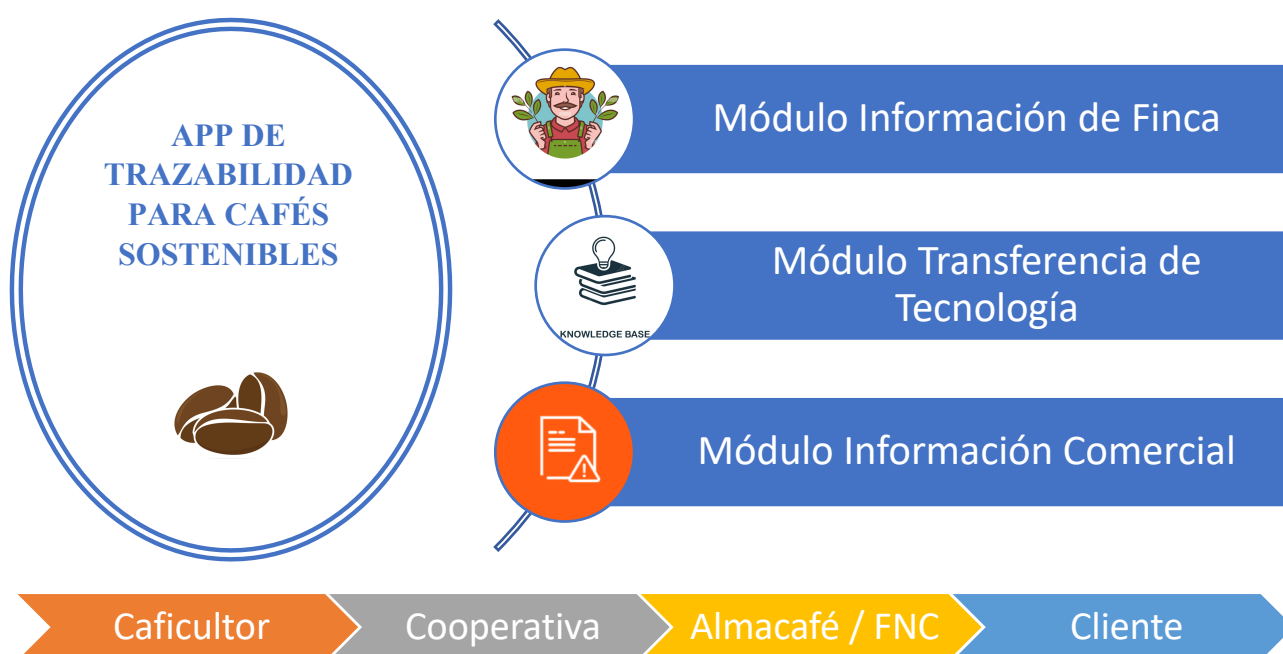


Figura 13. Estructura de la plataforma de trazabilidad. Elaboración propia.

**Módulo de información de la finca:** En este módulo se encuentran los datos asociados al caficultor y la finca, los cuales deben estar verificados contra SICA. Así mismo este módulo servirá para subir la información correspondiente a registros de floración, estructura de lotes, actividades agrícolas, recolección de cereza, control en beneficio y ventas de café. Servirá igualmente para realizar el reporte de inventarios de insumos, asociando información como cantidades, marca, nombre del producto, toxicidad y uso.

**Módulo de Transferencia de Tecnología:** El segundo módulo propuesto tiene como fin englobar la información asociada a las recomendaciones agrícolas del Servicio de Extensión, asesoría técnica y evidencias de las visitas a finca que van a estar como garantía para el cliente de los procesos sociales adelantados con los caficultores. Igualmente se podrán tener recomendaciones en base a reportes de la calidad física y sensorial generadas en la venta del café.

**Módulo Comercial:** El último de los módulos permite conocer la trazabilidad del producto de acuerdo a los momentos de venta a la cooperativa y así mismo la ruta que sigue el café para llegar a la trilla, exportación, tostión y preparación final. En este módulo se podrá cargar archivos como las facturas de venta del café, registro de entrada del café al stock de la cooperativa, salida a trilla, exportación ingreso a cliente, tostión y venta al consumidor final.

A continuación se presentan los registros a diseñar dentro de la plataforma, cada uno está asociado a los criterios compartidos y diferenciadores identificados previamente. Dentro de la

estructura de la plataforma se plantea que cada registro tenga acceso multi-perfil para la edición y consulta de acuerdo a cada perfil de usuario:

Plataforma Blockchain: Cafés Sostenibles de Colombia, Sostenibilidad + Conexión + Trazabilidad		Registros
EJE AMBIENTAL	Uso y manejo responsable de los productos químicos: PRE-REG-1 y 8; RA 4.6, 4C 3.2.1 y 3.2.2.; FT 3.1.	Lista de productos químicos permitidos. Registro de productos químicos adquiridos + Factura de compra. Registro de aplicación en cultivo (Nombre del producto, fecha, dosis)
	Conservación de la biodiversidad: PRE-REG-2, 15 y 16; RA 6.1., 6.3. y 6.4.; 4C 3.1.; FT 3.1.	Mapa de la finca, Inventario de fauna y flora presente. Registro documental, fotográfico y filmico.
	Manejo y conservación del suelo: BAS-REG-2, 3 y 25; RA 4.4. y 6.2.; 4C 3.3.; FT 3.1.	Mapa de la finca y registro de cultivos asociados + evidencia fotográfica
	Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades: BAS-REG-4 AL 7; RA 4.5.; 4C 3.2.; FT 3.1.	Registros de aplicación en Cultivo (Nombre del producto, fecha, dosis)
	Conservación de los recursos hídricos: BAS-REG-18 al 24; RA 6.5. y 6.6., 4C 3.4.; FT 3.1.	Mapa de la finca y evidencia fotográfica de las zonas de protección de los recursos hídricos
	Manejo de Residuos: ADV-REG-6; RA 6.7.; 4C 3.5.; FT 3.1.1.	Certificados de disposición, Punto de recolección de residuos
	Gases de Efecto Invernadero = RA 6.9	Registró de bosques existentes + fotografías
	Variedades Resistentes = BAS-REG-4 AL 7	Registro del cultivo
	Renovación del cultivo = BAS-REG-12; RA 4.1. y 4,2; Adaptación Climática = FT 3.1.2.	Registro del cultivo
	Organismos Genéticamente Modificados (OGM) = BAS-REG-17, RA 4.3.;4C 3.1.	Registro del cultivo
	Manejo adecuado de la energía: RA 6.8.; 4C 3.6.	Consumo de energía eléctrica o de otro tipo
	Manejo de registros y control: BAS-REG-11; RA 1.2. y 1.2.10	

EJE SOCIAL	Derecho a la infancia y a la educación: PRE-INC-1 y 2; RA 5.1. y 1.7.; 4C 2.1. y 2.1.3.; FT 3.2.	Listado de trabajadores con información principal
	Condiciones de trabajo: PRE-INC-3 y 4; BAS-INC-1 al 4, 10, 14, 16 y 17; RA 1.1., 1.5., 1.6., 5.2., 5.5. y 5.7.; 4C 1.2., 2.1., 2.1.6., 2.1.13 y 2.2.; FT 3.2., 3.2.2. y 3.2.3.	
	Salud y seguridad para trabajadores y familias: BAS-INC-5 al 9; RA 4.6. y 5.6.; 4C 2.2., 2.2.4. y 2.2.5.; FT 3.2. y 3.2.2.	Planilla de seguridad social y riesgos laborales
	Contrato laboral y Salario de acuerdo a lo legal: BAS-INC-15, 19 y 21; RA 5.3., 5.4. y 5.5.; 4C 2.1; FT 3.2.	Contrato laboral
	Mantenimiento de registros y control: BAS-INC-18; RA 1.2. y 1.2.5.	
	Relaciones con la Comunidad: RA 5.8.; 4C 2.1. y 2.1.14	Proyectos comunitarios
EJE ECONÓMICO	Mantenimiento de registros y control: BAS-INC 11 al 13, RA 3.1. y 3.2., 4C 1.1.; FT 4.1. al 4.3.	
	Garantizar la trazabilidad del producto: RA 2.1. y 2.2.; 4C 1.4.; FT 2 y 2.1.	Volumen de café en pergamino comercializado. Registro por caficultor. Identificación de cada lote de café por programa y condiciones de calidad. Espacio físico identificado para el almacenamiento.
	Garantizar un precio de sustentación: FT 4.1. y 4.1.4	Publicación de precio diario
	Cuidar la calidad del producto: BAS-QUA-1 al 15; RA 3.3. y 4.7.; 4C 1.1. y 1.3.	Análisis físico: Humedad, Factor de rendimiento, granulometría, % de granos defectuosos. Análisis sensorial: Limpieza en taza, perfil de sabor

Cuadro 7. Registros asociados a los criterios compartidos y diferenciadores de las normas de cafés sostenibles. Elaboración propia.

**5.3.3. Administración del sistema:** La administración estará a cargo de Almacafé y FNC, con el apoyo tecnológico de Trace Coffee. Se establecerá un contrato dando alcance a las responsabilidades de cada parte. Respecto al acceso a la información todos los actores de

la cadena de suministro involucrada podrán acceder para confirmar la veracidad de cada transacción realizada dando el sentido al concepto de Blockchain.

**5.3.4. Plan de sostenimiento del sistema:** La implementación del plan de trazabilidad con Blockchain resuelve una necesidad de historial de información en tiempo real, que es requisito para el consumidor y cada actor de la cadena. Este será un valor agregado a la actual forma de llevar los registros por lo que el costo de implementación estará asociado al precio del café.

Para lograr la sostenibilidad y masificación en el uso del sistema propuesto se debe encontrar clientes aliados como tostadores y tiendas de café dispuestos a rastrear el producto con la ayuda de la tecnología. Una vez implementado el plan se deberá evaluar una estrategia de marketing para atraer clientes potenciales.

**5.3.5. Análisis de riesgos:** a continuación, se relacionan los riesgos asociados a la implementación de una nueva tecnología en la trazabilidad de los cafés sostenibles:

- Acceso a internet en las zonas rurales colombianas: Las zonas rurales de Colombia por su geografía presentan menor calidad en la señal de internet, sumado a dificultades en el suministro eléctrico, todo ello en razón a tormentas y vientos.
- Acceso limitado a equipos (Hardware) apropiados: Junto con el internet, la falta de recursos para poder adquirir equipos móviles apropiados es una de las barreras a superar y que implica convencer al caficultor.
- Fallas en diseño de la APP para el caficultor: Es importante considerar que un diseño mal formulado de la APP puede afectar el correcto uso, por tanto, es necesario considerar que el diseño debe ser funcional y práctico para el común de los caficultores.
- Fallas en la captura de datos: asociado al fallo en el diseño, la captura de datos igualmente puede afectar todo el proceso posterior. Es necesario considerar que las herramientas a emplear en la captura de datos deben ser adecuadas y prácticas.
- Problemas en la integración de los diferentes sistemas de las empresas vinculadas en la cadena de los cafés sostenibles: uno de los aspectos que requieren sin duda atención es poder lograr la integración de los distintos sistemas de información de las empresas vinculadas en la cadena de suministro de los cafés sostenibles, desde luego con el apoyo de una empresa experta en Blockchain, IoT e IA.
- Riesgos informáticos como Ransomware, Phishing y Spyware: Uno de los problemas principales del internet son los virus informáticos dentro de los cuales están los Ransomware, los cuales consisten en programas que cifran la información de los ordenadores y secuestran la información para luego pedir un rescate económico; respecto al Phishing es un virus que consiste en suplantar una página web de un servicio determinado, por ejemplo, una cuenta bancaria y finalmente el Spyware que es un programa malicioso que se instalan en un pc o un teléfono celular con el fin de recopilar datos personales como contraseñas.
- Presupuesto de implementación con restricciones: Los recursos económicos son limitados por lo que se puede presentar déficit en el presupuesto y con ello el incumplimiento en los tiempos de ejecución en la implementación.
- Conocimiento limitado de los caficultores en las nuevas tecnologías lo que puede afectar la implementación a escala nacional: Se debe considerar que en las zonas rurales de Colombia aun existe una brecha tecnológica que puede afectar la implementación en masa, desde luego es importante considerar que existen clúster para los diversos programas y sobre los cuales se puede avanzar por etapas.

- Costos del soporte técnico y actualización: Tanto para la implementación como para el soporte se requiere contar con recursos económicos suficientes, lo cual supone inversión institucional.
- Manejo de la propiedad intelectual del sistema: Considerar responsabilidades y alcance de las partes interesadas en la implementación.
- Manejo de la información confidencial: Debido a que se debe compartir e integrar información de cada empresa y actor, se pueden presentar conflictos en el acceso y manejo de la información protegida.

Identificación de Riesgos		Riesgos identificados											Identificación de Riesgos		
		Acceso a internet en zonas rurales	Acceso limitado a equipos (Hardware) apropiados	Fallas en diseño de la APP para el caféicultor	Fallas en la captura de datos	Problemas en la integración de los diferentes sistemas de las empresas vinculadas en la cadena de los cafés sostenibles	Riesgos informáticos (Ransomware, Phishing, Spyware)	Presupuesto de implementación con restricciones	Conocimiento limitado en las nuevas tecnologías	Costos del soporte técnico y actualización	Manejo de la propiedad intelectual del sistema	Manejo de la información confidencial			
IMPACTO (I)	Muy alto	P												Frecuente	PROBABILIDAD (P)
	Alto	I	I/P	I	I		I/P		P					Probable	
	Moderado				P	I		I/P	I	I				Ocasional	
	Bajo			P		P				P	I/P	I/P		Raro	
														Improbable	

Cuadro 8. Niveles de los riesgos identificados. Elaboración propia.

RIESGO	IMPACTO	PROBABILIDAD	NIVEL DE RIESGO	ESTRATEGIAS	RESPONSABLE
Acceso a internet en zonas rurales	Alto	Frecuente		- Convenios con las empresas de telecomunicaciones para aumentar cobertura.  - Promover el uso de equipos de tecnología avanzada como laptops y smartphones.	FNC
Acceso limitado a equipos (Hardware) apropiados	Alto	Probable			
Fallas en diseño de la APP para el caficultor	Alto	Raro		- Planificación adecuada de pruebas piloto.	FNC / Almacafé
Fallas en la captura de datos	Alto	Ocasional		- Planificación adecuada de pruebas piloto. - Control frecuente sobre los equipos y procesos de captura.	FNC / Almacafé
Problemas en la integración de los diferentes sistemas de las empresas vinculadas en la cadena de los cafés sostenibles	Moderado	Raro		- Reconocimiento adecuado de cada sistema.	FNC / Almacafé
Riesgos informáticos (Ransomware, Phishing, Spyware)	Alto	Probable		- Implementar cultura de prevención de riesgos de ciberseguridad, con capacitación.	FNC / Comité de Cafeteros
Presupuesto de implementación con restricciones	Moderado	Ocasional		- Apoyo interinstitucional: FNC, Almacafé, Cooperativas, demás entidades gremiales. - Convenios con empresas de	FNC / Almacafé

				<p>telefonía.</p> <p>- Gestión de proyectos internacionales.</p>	
Costos del soporte técnico y actualización	Moderado	Raro			
Conocimiento limitado en las nuevas tecnologías	Moderado	Probable		<p>- Programa de capacitación nacional con caticultores</p> <p>- Uso de canales de comunicación para dar claridad a los procesos.</p>	FNC / Fundación Manuel Mejía
Manejo de la propiedad intelectual del sistema	Bajo	Raro		<p>- Documento de contrato interinstitucional con acuerdo de nivel de responsabilidades y alcance.</p>	FNC / Almacafé
Manejo de la información confidencial	Bajo	Raro			

Cuadro 9. Estrategias para el manejo del riesgo. Elaboración propia.



### 5.3.6. Cronograma de Actividades del plan de implementación

ACTIVIDADES	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Diagnóstico de los sistemas actuales de las cooperativas												
Adaptación de los sistemas o migración a software adecuado												
Georreferenciación de las fincas												
Diseño de la Plataforma de registro (APP).												
Integración de los sistemas de información con SAP												
Aplicación a un grupo piloto de caficultores y un punto de compra de una cooperativa												
Implementación por clúster												

Cuadro 10. Cronograma de actividades del plan de implementación. Elaboración propia.

### 5.3.7. Costo del diseño de la Plataforma

#	ITEM	DESCRIPCIÓN	Valor Total COP\$	US\$ (\$4.086 COP 05/09/2023)
1	Diseño y puesta en marcha de la Plataforma Blockchain	Investigación de los requisitos para transferir los registros físicos a virtuales , diseño y desarrollo de la APP, pruebas e implementación.	\$ 80.000.000,00	\$19.579,05
2	Compra de equipos ó Hardware especializado	Adquisición de equipo de cómputo y equipos lectores de QR y RFID para puntos de compra de la cooperativa.	\$ 40.000.000,00	\$9.789,53
3	Contratación de expertos en Blockchain	Manejo de la plataforma y soporte técnico.	\$ 18.000.000,00	\$4.405,29
4	Protección de Propiedad Intelectual	Solicitud de patente y derechos de autor como co-creación.	\$ 15.000.000,00	\$3.671,07
5	Construcción y mantenimiento de nodos de Blockchain		\$ 20.000.000,00	\$4.894,76
6	Almacenamiento en la nube		\$ 20.000.000,00	\$4.894,76
7	Capacitación a caficultores y cooperativa	Uso del APP, registro de la información en cada etapa y monitoreo de los equipos en el punto de compra	\$ 5.000.000,00	\$1.223,69
8	Imprevistos 5%		\$ 9.900.000,00	\$2.422,91
<b>COSTO TOTAL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN GRUPO PILOTO</b>			<b>\$ 207.900.000,00</b>	<b>\$ 50.881,06</b>

Cuadro 11. Costos del plan de implementación. Elaboración propia.

## 6. CONCLUSIONES

- ◆ El café y la agricultura en el escenario de la cuarta revolución industrial cuentan con posibilidades reales de aplicabilidad, como es el hecho de poder presentar una trazabilidad eficiente y segura para quienes participan en la cadena de suministro.
- ◆ Las nuevas tecnologías como Blockchain pueden apoyar los procesos de certificación o verificación de los cafés sostenibles, permitiendo registrar información para la trazabilidad en tiempo real y con la posibilidad de un nuevo esquema de participación de las certificadoras.
- ◆ El concepto de sostenibilidad se integra de una u otra forma en cada una de las certificaciones y verificaciones estudiadas y puede ser abordada desde las tecnologías actuales.
- ◆ Las 4 normas de cafés sostenibles estudiadas tienen aspectos en común y aspectos diferenciadores en los ejes económico, social y ambiental. Como aspectos de diferenciación se encuentra el precio justo de Fairtrade, la calidad referente al producto de Nespresso AAA y el equilibrio normativo de 4C y Rainforest.
- ◆ En general los caficultores entrevistados conocen los diferentes aspectos a evaluar en una auditoria de seguimiento en los procesos de certificación o verificación, lo que es positivo para avanzar hacia el establecimiento de un sistema de trazabilidad con Blockchain.
- ◆ La aplicación de Blockchain es viable en un contexto de apoyo en diferentes tecnologías asociadas que permitan transferir la información del plano físico al plano virtual.
- ◆ El riesgo con mayor impacto y mayor frecuencia es el acceso limitado a Internet en las zonas rurales, el cual se propone disminuir con inversión interinstitucional y motivación por el uso de dispositivos compatibles con las nuevas tecnologías.

## 7. RECOMENDACIONES

- ◆ Estudiar posibilidades que apunten a ampliar la cobertura de las redes de internet y telefonía en las zonas cafeteras.
- ◆ Evaluar otras normas para café como son C.A.F.E. Practices y las Normas de café orgánico e incluso sumar aspectos de normas de certificación como Empresas B, GlobalGAP, de tal forma que se pueda integrar un sistema más completo y con mayor seguridad y eficiencia.
- ◆ La realización de pruebas piloto permitirá implementar planes de mejora, por lo que su ejecución es punto de partida para confirmar lo establecido en el plan de implementación o si por el contrario se debe replantear algún punto.
- ◆ La capacitación y entrenamiento de los caficultores y demás actores de la cadena del café en las nuevas tecnologías es una condición para revisar.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- BASF (BASF Group). 2022. ¿Qué es la Agricultura 4.0? Ventajas y como repercute en la gestión agrícola (En línea, sitio web). Consultado 8 de dic. 2022. Disponible en <https://agriculture.basf.com/co/es/contenidos-de-agricultura/digitalizacion-agricultura-4-0.html>
- Barrenechea, Luciano. 2020. Las aplicaciones de Blockchain en el agro (En línea). Consultado 23 de nov. 2022. Disponible en [Las aplicaciones de Blockchain en el agro | El Agrario](#)
- BINANCE Academy, 2018. La historia de Blockchain (En línea, sitio web). Consultado 20 de nov. 2022. Disponible en <https://academy.binance.com/es/articles/history-of-blockchain>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Las Buenas Prácticas Agrícolas (En línea). Consultado 22 de nov. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/ai010s/ai010s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación). 2020. Oportunidades insipientes para aplicar la tecnología de cadena de bloques en la industria agroalimentaria (En línea). Consultado 16 de ene. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/ca9934es/CA9934ES.pdf>
- FAIRTRADE INTERNATIONAL, 2020. Criterio de Comercio Justo Fairtrade para Comerciantes (En línea). Consultado el 2 de jul. 2023. Disponible en [https://files.fairtrade.net/standards/TS\\_SP.pdf](https://files.fairtrade.net/standards/TS_SP.pdf)
- FAIRTRADE USA, 2021. Teoría del cambio (En línea). Consultado 5 de jul. 2023. Disponible en [https://www.fairtradedcertified.org/wp-content/uploads/2022/06/IRL\\_GUI\\_IMS-Theory-of-Change\\_ES\\_2.1.0.pdf](https://www.fairtradedcertified.org/wp-content/uploads/2022/06/IRL_GUI_IMS-Theory-of-Change_ES_2.1.0.pdf)
- FNC (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia). 2007. Juan Valdez, la estrategia detrás de marca. Bogotá, Colombia, 266 p.
- FNC (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia). 2013. Hacia la Sostenibilidad: Mejorando los puntos críticos. Colombia, 60 p.
- FNC (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia). 2017. FNC en cifras (En línea). Consultado 7 de feb de 2023. Disponible en <https://federaciondecafeteros.org/static/files/FNCCIFRAS2017.pdf>
- FNC (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia). 2022. Informe de Gestión 2021 (En línea). Consultado 7 de feb de 2023. Disponible en [https://federaciondecafeteros.org/app/uploads/2022/05/IG-2021\\_Web\\_8-megas.pdf](https://federaciondecafeteros.org/app/uploads/2022/05/IG-2021_Web_8-megas.pdf)
- FNC (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia). 2023. Informe mensual de exportaciones (En línea). Consultado 12 de feb. 2023. Disponible en <https://federaciondecafeteros.org/app/uploads/2023/01/Informe-Expos-Diciembre.pdf>
- Isaza, C. Bustamante, F. 2019. Café sostenible en Colombia: retos más allá de los precios (En línea). Consultado 11 de oct. 2022. Disponible en [https://desarrollo.solidaridadsouthamerica.org/wp-content/uploads/attachments/reportesostenibilidadcafe\\_colombia.pdf](https://desarrollo.solidaridadsouthamerica.org/wp-content/uploads/attachments/reportesostenibilidadcafe_colombia.pdf)
- ISO (International Standards Organization). 2015. Sistemas de gestión de calidad – Fundamentos y Vocabulario (En línea, sitio web) Consultado 27 de nov. 2022. Disponible en <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- Khan, Ian. 2018. Documental sobre Blockchain en español: Blockchain City - Capturando los puntos de vista de las principales figuras de la industria tecnológica (En línea, Video). Consultado 23 de nov.

2022. Disponible en [Blockchain City | Tecnología Blockchain | Español | Documental | Industria tecnológica - YouTube](#)

López, Alfonso. S.f. ¿Qué es la trazabilidad? (En línea). Consultado 22 de nov. 2022. Disponible en [f-48\\_que\\_es\\_trazabilidad.pdf \(forumdelcafe.com\)](#)

Martín, Pedro. 2018. Blockchain ¿por qué y cómo surge? (En línea). Consultado 22 de nov. 2022. Disponible en <https://visualeo.com/blockchian-por-que-y-como-surge/>

Preferred by Nature (Antes NEPCon). S.f. Certificación de la cadena de custodia de RAS RA (En línea, sitio web). Consultado 28 de nov. 2022. Disponible en <https://preferredbynature.org/sites/default/files/RA%20SAS%20CoC%20Service%20Fact%20Sheet%20SPA.pdf>

Roldan, Paula. 2018. Contrato inteligente (En línea). Consultado 24 de nov. 2022. Disponible en [Contrato inteligente - Qué es, definición y concepto | 2022 | Economipedia](#)

RAINFOREST ALLIANCE. 2023c. Certificación (En línea). Consultado 10 de jul. 2023. Disponible en <https://www.rainforest-alliance.org/es/business-es/certificacion/>

SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos). s.f. ¿Qué es la Industria 4.0? (En línea, sitio web). Consultado 26 de nov. 2022. Disponible en [¿Qué es la Industria 4.0? | Definición, tecnologías, beneficios | SAP Insights](#)

TRAZABLE, s.f. ¿Qué es la cadena de custodia de alimentos? (En línea, sitio web). Consultado 28 de nov. 2022. Disponible en <https://trazable.io/blog/cadena-custodia-alimentos/>

Velloso, Ana. 2017. ¿Cómo se está creando trazabilidad en el café? (En línea). Consultado 8 de jul. 2022. Disponible en [¿Cómo se Está Creando Trazabilidad en el Café? - PerfectDailyGrindEspañol](#)

## ANEXO 1. ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS CAFICULTORES

Objetivo: conocer las especificaciones de la información de trazabilidad que desde su posición consideran clave al hablar de cafés sostenibles y puedan ser necesarios para la aplicación de la tecnología Blockchain.

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_ \_\_\_\_ \_\_\_\_

Descripción del perfil del entrevistado (edad, tiempo en la producción de café y aspectos generales): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. ¿Qué beneficios considera importantes al estar en un programa de certificación?
2. ¿Qué registros maneja en su finca que puedan ser objeto de revisión por parte de las empresas certificadoras?
3. ¿De 1 a 10 como califica el resultado de la auditoria en relación con la realidad del día a día en su finca?
4. ¿Conoce lo que sucede con su café después de ser entregado en la Cooperativa?
5. ¿Qué tan avanzada considera su interacción o acceso con las nuevas tecnologías como el internet en base a la disponibilidad de conectividad en su zona (califique de 1 a 10)?

## ANEXO 2. ENTREVISTA DIRIGIDA A DEMÁS ACTORES DE LA CADENA

Objetivo: conocer las especificaciones de la información de trazabilidad que desde su posición consideran clave al hablar de cafés sostenibles y puedan ser necesarios para la aplicación de la tecnología Blockchain.

Nombre: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_ \_\_\_\_ \_\_\_\_

Descripción del perfil del entrevistado (edad, tiempo en el sector o en el cargo, principales áreas de trabajo): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. ¿Porque es importante la trazabilidad dentro del contexto de la cadena de custodia en el café?
2. ¿Cuál es el papel de la empresa certificadora o verificadora?
3. ¿De 1 a 10 como califica el resultado de la auditoria en relación con la realidad del funcionamiento de una empresa en su operación diaria?
4. ¿Qué ventajas y desventajas tiene el control de una empresa certificadora por medio de las auditorías?
5. ¿Qué información considera que se deba compartir con los demás actores de la cadena para facilitar la interacción como una red?
6. ¿Cómo pueden los actores ejercer el control sobre la información?
7. ¿Considera que el proceso de trazabilidad con la tecnología Blockchain podría sustituir los procesos de certificación actuales?
8. ¿Qué otras tecnologías pueden apalancar el proceso de trazabilidad?

