

Trazabilidad en el cacao de La Cordillera nariñense: una propuesta de formación para implementar a la medida



Trazabilidad en el cacao de La Cordillera nariñense: una propuesta de formación para implementar a la medida



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA

Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la Carrera 36A con Calle 23, Palmira, Valle del Cauca. Código postal 763531, Colombia.

Centro de Investigación Tibaitatá- Sede Central. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, código postal 250047, Colombia.

Centro de Investigación Obonuco- Km. 5, vía Pasto - Obonuco, Nariño. Pasto - Nariño. Código postal 520001, Colombia.

Esta publicación es resultado del proyecto "Desarrollo territorial y consolidación de la paz mediante el fortalecimiento de la cadena productiva de cacao, en cinco municipios referentes de la actividad cacaotera del departamento de Nariño, afectados por el conflicto social y armado. Colombia", implementado gracias al convenio establecido entre la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y la Fundación Ayuda en Acción, con el apoyo de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.

Autores: Dubert Yamil Cañar Serna, Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda, José Luis Sepúlveda Forero, Diego Hernán Meneses Buitrago y Álvaro Mauricio Cadena Pastrana

Tipología: Manual

Fecha de recepción: 18 de mayo de 2022

Fecha de evaluación: 29 de junio de 2022

Fecha de aceptación: 18 de julio de 2022



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

1.ª Edición: diciembre de 2022

editorial@agrosavia.co

Edición: Jorge Enrique Beltrán

Corrección de estilo: Amalia Tapiero

Diseño y diagramación: Sonia Rodríguez Rodríguez

Ayuda en Acción:

Aval de contenidos: Mauricio López

Fotografías: Nataly Insuasti

Citación sugerida: Cañar Serna, D. Y, Tibaduiza Castañeda, L. P., Sepúlveda Forero, J. L., Meneses Buitrago, D. H, Cadena Pastrana, A. M, (2022). *Trazabilidad en el cacao de La Cordillera nariñense: una propuesta de formación para implementar a la medida*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406160>

Cláusula de responsabilidad: La Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), la Fundación Ayuda en Acción y AGROSAVIA no son responsables de las opiniones y de la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co



Trazabilidad en el cacao de la cordillera nariñense: una propuesta de formación para implementar a la medida. / Dubert Yamil Cañar Serna [y otros cuatro] – Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2022.

107 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias bibliográficas, gráficos, tablas y fotos.

ISBN e-Book: 978-958-740-616-0

1. Theobroma cacao 2. Cadenas de suministro 3. Gestión de la información 4. Normas 5. Cultivo de semillas 6. Investigación participativa. I. Cañar Serna, Dubert Yamil II. Tibaduiza Castañeda, Leidy Patricia III. Sepúlveda Forero, José Luis IV. Meneses Buitrago, Diego Hernán V. Cadena Pastrana, Álvaro Mauricio.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Contenido

Lista de figuras	4
Lista de tablas	5
Agradecimientos	7
Presentación	9
Introducción	11
Capítulo I. Conceptos clave a tener en cuenta	13
1.1. La Cordillera nariñense	14
1.2. ¿Qué entendemos por trazabilidad?	15
1.3. ¿Qué es la cadena de suministro?	17
1.4. ¿Para qué sirve la trazabilidad en la cadena de suministro?	18
1.5. Conceptos asociados a las métricas de la trazabilidad	19
1.6. Normatividad en torno al cultivo de cacao y la trazabilidad	22
Capítulo II. Contexto de investigación participativa: una propuesta de formación a la medida	23
2.1. Consideraciones iniciales	24
2.2. Pasos para la caracterización con la organización	24
Capítulo III. Elementos técnicos del cacao en La Cordillera nariñense	31
3.1. Generalidades del cacao	32
3.2. Su botánica	32
3.3. La semilla como unidad de propagación	34
3.4. Semilla para patronaje	35
3.5. Semilla asexual (clonal) utilizada para la propagación	38
3.6. Materiales de propagación en La Cordillera	39
Capítulo IV. Diseño de la trazabilidad a la medida	43
4.1. Planeación	44
4.2. Evaluación de formato de captura de información ya existente	45
4.3. Alcance para el diseño y buena adecuación de la herramienta	45
4.4. Captura de información requerida	46
4.5. Espacios físicos e infraestructura	48
4.6. Diseño a la medida	51
Capítulo V. Implementación de la solución tecnológica	55
5.1. Contexto	56
5.2. Desarrollo tecnológico de la herramienta	57
5.3. Manejo de la tecnología	63
Capítulo VI. Apuntes para un proceso de formación en trazabilidad	75
6.1. Rúbrica de evaluación	80
Glosario	85
Referencias	89
Anexos	95
Los autores	105

Lista de figuras

Figura 1.1.	Ubicación de los municipios de La Cordillera nariñense	14
Figura 1.2.	Clasificación de la trazabilidad de acuerdo con la cadena de abastecimiento y logística	16
Figura 1.3.	Gestión de la cadena de suministro e interacción entre las actividades del proceso	17
Figura 2.1.	Encuentro con productores de Leyva y Rosario para la implementación participativa de la trazabilidad a la medida	25
Figura 2.2.	Principios básicos para forjar la trazabilidad en su unidad productiva	27
Figura 2.3.	Elaboración de la cartografía social para la implementación participativa del sistema de trazabilidad	28
Figura 2.4.	Presentación en plenaria del calendario logístico elaborado en la vereda Los Andes para la implementación participativa del sistema de trazabilidad	29
Figura 2.5.	Presentación en plenaria del diagrama de flujo elaborado para la implementación participativa del sistema de trazabilidad	30
Figura 3.1.	Estructura del fruto y de los granos de cacao de un material clonal	34
Figura 3.2.	Procedimiento para la obtención de semilla para patronaje	36
Figura 3.3.	Producción de patrones de cacao de alta calidad	37
Figura 3.4.	Proceso de injertación en cacao	38
Figura 3.5.	Principales materiales clonados sembrados en La Cordillera nariñense	40
Figura 4.1.	Alcance del sistema de trazabilidad a considerar para el diseño e implementación	46
Figura 4.2.	Algunos espacios físicos e infraestructura disponible	50
Figura 4.3.	Diseño del sistema de trazabilidad bajo el marco de objetos y punto de control para la producción de grano de cacao	52
Figura 4.4.	Trazabilidad bajo el marco de objetos y puntos de control para la producción de grano de cacao, desde la obtención de la materia prima hasta el mercadeo del inventario	53
Figura 4.5.	Plan de mejora para el diseño del sistema de trazabilidad a la medida	54
Figura 5.1.	Dispositivos de usuarios disponibles para la solución tecnológica	57
Figura 5.2.	Parametrización de las ventanas del desarrollo asociadas a la cadena de abastecimiento y logística de producción en cacao	61
Figura 5.3.	Cuadrante de la metodología en espiral	63
Figura 5.4.	Ingreso a la aplicación TraceApp	64
Figura 5.5.	Pestaña vertical de la estructura de información	65
Figura 5.6.	Inicio de la aplicación TraceApp conformada por cinco módulos de navegación	66
Figura 5.7.	Módulo para generar un inventario nuevo	68
Figura 5.8.	Registro de actividad, opción labor	69
Figura 5.9.	Registro de actividad, opción aplicación	70
Figura 5.10.	Registro de actividad, opción poscosecha	71
Figura 5.11.	Módulo para consultar el inventario	72
Figura 5.12.	Registro de actividad, opción poscosecha	73
Figura 5.13.	Envío de la información por inventario registrado y consultado para la evidencia y consolidación de la trazabilidad en la cadena de abastecimiento y logística	74
Figura 6.1.	Ruta de fortalecimiento a modo de propuesta para la implementación de la trazabilidad en organizaciones de productores o productores individualizados	77

Lista de tablas

Tabla 3.1.	Descripción botánica	32
Tabla 3.2.	Materiales identificados en La Cordillera nariñense	41
Tabla 3.3.	Material clonal disponible como oferta tecnológica en AGROSAVIA	42
Tabla 5.1.	Construcción del identificador del inventario por orden, identificador y descripción propia	62
Tabla 6.1.	Estructura del proceso de formación asociada a la implementación participativa del sistema de trazabilidad	78
Tabla 6.2.	Rúbrica asociada a la implementación participativa del sistema de trazabilidad	81





Agradecimientos

Los autores agradecemos a los productores nariñenses que participaron en el proyecto y que, desde sus conocimientos y experiencias, aportaron elementos significativos para el diseño e implementación de la trazabilidad en sus unidades productivas. Su participación fue muy valiosa en los escenarios de validación y ajuste de las diferentes variables de control durante cada una de las etapas de producción.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento al personal técnico y administrativo vinculado al proyecto denominado “Desarrollo territorial y consolidación de la paz mediante el fortalecimiento de la cadena productiva de cacao en cinco municipios referentes de la actividad cacaotera del departamento de Nariño afectados por el conflicto social y armado en Colombia”. Agradecemos también a la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y a la Fundación Ayuda en Acción. Este proyecto se enmarcó en el convenio 1980 firmado entre Ayuda en Acción y AGROSAVIA, el cual permitió generar recomendaciones técnicas y acciones de fortalecimiento de capacidades en la cadena de abastecimiento y en la logística de producción del material de propagación vegetativo y sus derivados agroindustriales.

Agradecemos también a los operadores técnicos del proyecto, cuya contribución durante las acciones de acompañamiento a las comunidades fortaleció las capacidades logísticas y de acondicionamiento de los inventarios de producción. Finalmente, damos gracias a los revisores de la revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria de AGROSAVIA: sus observaciones y sugerencias fueron esenciales para precisar los contenidos del manuscrito.





Presentación

Para dar cumplimiento al objetivo primordial de AGROSAVIA –transformar de manera sostenible el sector agropecuario colombiano por medio del conocimiento para mejorar la vida de productores y consumidores– se pone a disposición del lector el presente manual. Este último consiste en una herramienta divulgativa del proceso de construcción participativa con productores agropecuarios de La Cordillera nariñense, durante el cual se trabajaron, principalmente, componentes básicos de un sistema de trazabilidad para la producción de cacao.

El propósito de este manual es ayudar a los productores, organizaciones, asistentes técnicos y extensionistas (ATEA) de la cadena de valor de cacao de Nariño a disponer de elementos de identificación, seguimiento y rastreo de los inventarios de producción de la cadena de valor con estándares mínimos de calidad. Con ello, se busca incrementar su competitividad y valor agregado.

En este contexto, el manual se ha estructurado en seis capítulos generales: el primero, “Conceptos clave sobre la trazabilidad y su funcionalidad”; el segundo, “Introducción y contexto sobre la investigación participativa”; el tercero, “Contexto y características de la producción de cacao en La Cordillera nariñense”; el cuarto, “Elementos y herramientas para la construcción del sistema de trazabilidad desde el campo”; el quinto, “Pasos de desarrollo e implementación de herramientas tecnológicas para el sistema de trazabilidad” y el sexto “Narrativa sobre la puesta en marcha del proceso de trazabilidad en La Cordillera nariñense”.

Como autores, esperamos que este manual sea un material de fácil consulta y apropiación para todos los actores de la cadena del cacao, en especial para los productores y las organizaciones de La Cordillera nariñense. Esperamos que puedan poner en práctica estos elementos y herramientas en función del mejoramiento de su sistema productivo, el incremento de su competitividad y, finalmente, el desarrollo rural desde los territorios.



Introducción

La globalización, que ha incrementado la competitividad en el mercado, ha impuesto también nuevas pautas para la comercialización de productos agroalimentarios. Dentro de estas nuevas exigencias destacan tres: el mejoramiento de su calidad e inocuidad, la alineación en la cadena de abastecimiento y logística y el desarrollo de nuevos atributos de valor en el producto final. En este sentido, se ha vuelto más frecuente la necesidad de adoptar estrategias innovadoras durante el proceso productivo y comercial que pueden ser un reto y, a la vez, una oportunidad de implementación y operatividad.

Desde esta perspectiva, la trazabilidad es una herramienta clave e innovadora que permite gestionar el flujo de información entre las diferentes unidades productivas de los agricultores. De acuerdo con la Asociación Española de Codificación Comercial (AECOC) citada por Macsa (2021), la trazabilidad es definida como “aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas” (p. 1).

La trazabilidad contribuye a optimizar las actividades de producción y acondicionamiento, pues mejora los “tiempos y movimientos”, la disposición de recursos, la reducción de costos y, en general, la planificación integral de la cadena de valor; en especial, en el contexto productivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). Dicho contexto productivo comprende una amplia secuencia de actividades relacionadas con el establecimiento del lote, el mantenimiento y la producción vegetativa, el aprovechamiento, la transformación agroindustrial, la comercialización y el consumo (Duran et al., 2016; Food and Agriculture Organization [FAO], 2017).

Cabe destacar que la lectura transversal de la trazabilidad facilita la toma de decisiones y la coordinación en lo concerniente a estrategias de producción, comercialización, identificación y análisis de riesgos, implementación de herramientas o prácticas, gestión del cliente, acciones preventivas y oportunidades de mejora continua. Estos son elementos clave en la gestión de la organización agropecuaria para los productores de La Cordillera nariñense (Cañar-Serna et al., 2022; Council of Logistics Management [CLM], 2005).

De acuerdo con esto, el presente manual pone a disposición del lector los elementos necesarios para diseñar e implementar un sistema de trazabilidad a la medida que incluye las etapas de diagnóstico integral de la cadena de valor y la identificación detallada de los puntos o variables de control. Estos últimos son los factores clave para gestionar la calidad del producto, determinar los recursos necesarios para la actividad (sean estos humanos, financieros, la materia prima, los servicios, entre otros) y establecer los parámetros y criterios de calidad.

Objetivo

El propósito del manual es orientar al lector en el diseño y la implementación de una herramienta de trazabilidad a la medida fundamentada en la investigación participativa. Se pretende así fortalecer las capacidades de identificación, seguimiento y rastreo de los inventarios de producción de semilla o grano de cacao con el objeto de mejorar la gestión y administración del flujo de información del proceso productivo.

Recomendaciones de uso del manual

Para una mejor comprensión y uso de este manual, se sugiere tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- » Este es un material de referencia para productores que presenta contenidos comprensibles en pasos lógicos que facilitan el entendimiento para la parametrización de la trazabilidad en la unidad productiva a gestionar.
- » Es un material de consulta para todos los actores de la cadena de valor cacao, especialmente para los tomadores de decisiones. Por ende, se incluyen elementos teóricos y metodológicos asociados a la operatividad y el alcance de la trazabilidad a través de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).
- » El presente manual consta de seis capítulos, cada uno planteado de forma lógica y concisa. Cabe destacar que el desarrollo metodológico planteado es una guía que puede ser ajustada con base en la experiencia y las condiciones de cada lector. Como autores agradecemos sus observaciones para realizar ajustes en las siguientes ediciones.

Conceptos clave a tener en cuenta



1.1. La Cordillera nariñense

La Cordillera nariñense es una subregión ubicada en el noroccidente del departamento de Nariño que comprende los municipios de Taminango, Policarpa, Cumbitara, El Rosario y Leiva. La subregión tiene una extensión de 1.959 km² que representan, aproximadamente, el 5,63 % del área total del departamento. Cabe destacar que dentro de esta delimitación se incluyó al municipio de Los Andes, el cual pertenece a la subregión Guambuyaco y cuyas comunidades participaron en el proyecto que dio origen al presente manual (figura 1.1).



Figura 1.1. Ubicación de los municipios de La Cordillera nariñense.

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las condiciones sociodemográficas de la subregión, la población estimada es 72.025 habitantes, correspondiente al 4,34 % del total del departamento (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas [DANE], 2015, citado por Gobernación de Nariño, 2020). Asimismo, el 77,69 % de su población es rural, con una distribución casi homogénea entre hombres y mujeres (52 % y 48 %, respectivamente). Ahora, si bien predomina la comunidad campesina, también hay una presencia representativa de comunidades afrodescendientes e indígenas. Por otro lado, la subregión integra los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), un instrumento de planificación en el que se propende por la integración de acciones institucionales de cambio y desarrollo local en las regiones (Gobernación de Nariño, 2020).

Dentro de las actividades agropecuarias más destacadas, se encuentran los sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.), cacao (*Theobroma cacao* L.), plátano (*Musa paradisiaca* L.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), maíz (*Zea mays* L.), maní (*Arachis hypogaea* L.), yuca (*Manihot esculenta*) y frutales, especialmente la lima ácida Tahití (*Citrus latifolia*). El ganado bovino doble propósito y la cría de especies menores (porcinos, cuyes y aves) también son actividades representativas.

1.2. ¿Qué entendemos por trazabilidad?

Identificado el territorio donde se desarrolló el proyecto, en este apartado se hará referencia al eje temático del documento: la trazabilidad. En su acepción común, la trazabilidad es el conjunto de procedimientos, herramientas e información a través de las cuales se hace seguimiento al producto durante todas las etapas de la cadena productiva (producción, transformación y distribución) para asegurar su calidad. Además, con ayuda de la trazabilidad, se puede también localizar un lote defectuoso o tener soportes de información para tomar decisiones concernientes a la producción o comercialización (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2009; Cañar-Serna et al., 2020).

Otra aproximación al concepto trazabilidad es la de la Asociación Española de Codificación Comercial (AECOC), citada por Cañar-Serna et al. (2022), donde se define la trazabilidad como “aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico,

la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas”. Cabe destacar que cada uno de los conceptos permite entender la amplitud y el alcance al momento de implementar este tipo de desarrollos en su unidad productiva.

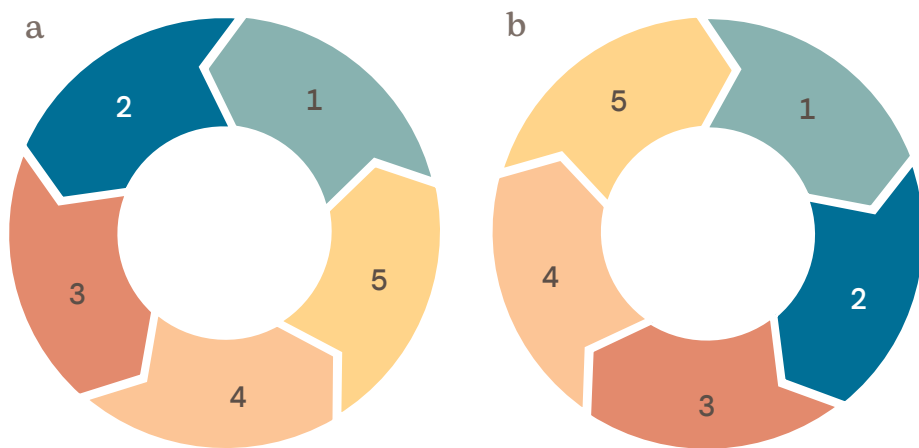


Figura 1.2. Clasificación de la trazabilidad de acuerdo con la cadena de abastecimiento y logística. **a.** Trazabilidad hacia atrás en el proceso; **b.** Trazabilidad hacia adelante en el proceso.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con Malvestiti et al. (2010), la trazabilidad se puede clasificar en tres grandes grupos (figura 1.2):

- » **Trazabilidad hacia atrás:** se refiere a la recepción de productos. En este caso, los registros son la clave para la identificación de su origen.
- » **Trazabilidad en proceso:** se trata de relacionar las operaciones que tienen los productos dentro del proceso de producción, transformación o distribución.
- » **Trazabilidad hacia adelante:** su objetivo es conocer los productos expedidos, cuál es su destino, sus clientes o sus consumidores.

1.3. ¿Qué es la cadena de suministro?

Otro concepto clave para entender el papel que cumple la trazabilidad es el de cadena de suministro, el cual hace referencia al conjunto de actividades por las cuales la materia prima es transformada en productos terminados o subproductos y se genera el valor agregado. En este caso particular, todas las actividades funcionales que comprende el ciclo productivo del cacao: desde la siembra, el manejo, la cosecha, la obtención del grano y la transformación, hasta la obtención del producto final y los subproductos derivados de acuerdo con las condiciones del cliente (Ballou, 2004; Terrado, 2007; Urzelai, 2006).

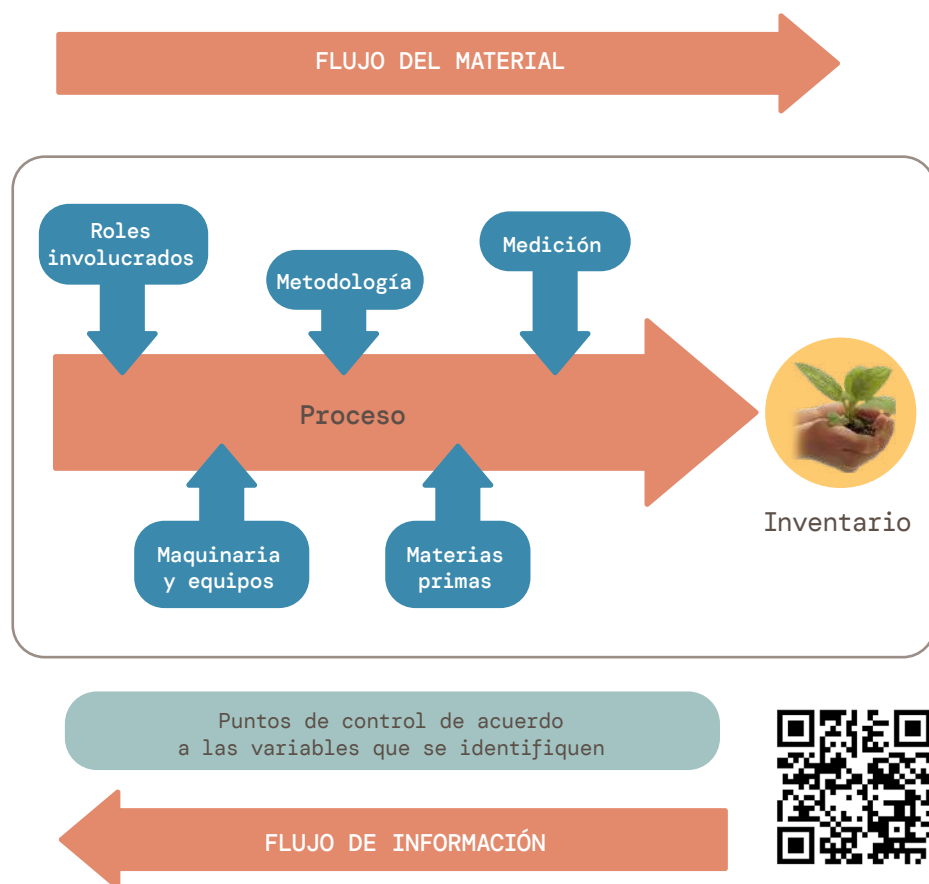


Figura 1.3. Gestión de la cadena de suministro e interacción entre las actividades del proceso.

Tomado de: Cañar-Serna et al. (2022)

Por su parte, la Gestión de la Cadena de Suministro (SCM, por sus siglas en inglés) es la coordinación e interacción de todas las actividades y funciones de la cadena de suministro, puesta en marcha con el fin de mejorar el desempeño, la toma de decisiones y el intercambio de información fluida y constante entre los procesos productivos y comerciales (Vilana, 2012) (figura 1.3).

1.4. ¿Para qué sirve la trazabilidad en la cadena de suministro?

Una vez definidos los conceptos anteriores, nos referiremos a las ventajas de la interacción entre ellos. La trazabilidad cumple un rol muy importante en la gestión de la organización agroalimentaria y del cliente (consumidor), pues garantiza la calidad de los productos. Por lo tanto, la trazabilidad va más allá de un proceso de gestión y mejora comercial, actualmente se considera un elemento clave dentro de la seguridad y soberanía alimentarias (Llano, 2010). Así pues, dentro de las ventajas que trae consigo la implementación de la trazabilidad en las organizaciones, destacan las siguientes:

- » Su implementación no requiere costos elevados, solo es necesario tener personal y recursos disponibles para registrar los datos y manejar la información.
- » Facilita la toma de decisiones en torno al buen manejo de la organización, los cambios en el producto (innovaciones), la identificación de nuevos mercados, la identificación de rutas de comercialización y la distribución y gestión de alianzas comerciales estratégicas.
- » Mejora la comunicación y coordinación entre las diferentes áreas de la cadena de abastecimiento.
- » Permite optimizar gastos, recursos (inventarios) y esfuerzos operativos.
- » Contribuye al aseguramiento y la certificación del producto obtenido.
- » Proporciona información clave para la identificación y el análisis de riesgos.

- » Facilita la inmovilización o retirada efectiva y selectiva de los productos.
- » Permite ampliar el conocimiento y la confianza del consumidor con el producto, con lo cual fortalece su relación con la organización (inicio de la fidelización).
- » Ofrece soportes para enfrentar reclamaciones por parte de los clientes (intermediarios o consumidores directos).
- » Promueve nuevos nichos de mercado mediante la generación de valor.
- » Proporciona confianza a los consumidores hacia los productos y las organizaciones.
- » Ofrece garantías en lo concerniente a la calidad del producto.

1.5. Conceptos asociados a las métricas de la trazabilidad

1.5.1. Calidad de los datos e información

Es uno de los factores determinantes sobre el desempeño de una organización, puesto que determina todo el quehacer productivo, comercial y de gestión con el cliente. Un dato puede ser un objeto, una idea, un hecho, un estado u otro factor que, además, puede ser representado con letras, símbolos o números. Sin embargo, un conjunto de datos por sí solos no aportan nada al mejoramiento de la organización; para que esto suceda deben ser interpretados a través de la clasificación y el análisis, solo así estos datos se transformarán en información y podrán fundamentar la toma de decisiones consciente (Maynard, 1982; Ponjuán, 2006).

Por lo tanto, la calidad de los datos es fundamental, puesto que son la base de la información recolectada y, con ello, de las decisiones que se toman sobre el funcionamiento estratégico y operativo de la organización. Para salvaguardar la calidad de los datos, es necesario tener en cuenta lo siguiente: que cumplan con las expectativas del cliente (puesto que son útiles para lo que se requiere), que sean de fácil entendimiento e interpretación, que sean veraces y consistentes (y no producto de algún suceso atípico) y que sean correctos, es decir, que correspondan a lo visto en realidad (Redman, 2001; Strong & Lee, 2003).

1.5.2. Aprovisionamiento

El aprovisionamiento es la operación logística requerida para suministrar (adquirir y mantener) las materias primas necesarias para el proceso productivo. El aprovisionamiento se compone de tres momentos dentro de su ciclo de aprovisionamiento: compras o adquisición, almacenamiento y gestión de inventarios (Gutiérrez & Gonzáles, 2018).

1.5.3. Logística 4.0

Es un concepto que surgió con la *cuarta revolución industrial* y da cuenta del rol protagónico de las tecnologías inteligentes durante el cambio productivo, en este caso, durante las operaciones logísticas del producto. Así las cosas, la logística propicia cadenas de suministro más inteligentes, más conectadas y más avanzadas tecnológicamente a través de la gestión de información, las tecnologías de comunicación y la incorporación de herramientas informáticas de acceso y análisis adoptadas a las necesidades y expectativas particulares de los clientes (Gómez, 2020).

Dentro de este concepto se incluyen tecnologías como la inteligencia artificial, las bases de datos dinámicas, la analítica avanzada, la internet de las cosas, las aplicaciones móviles y remotas, la robótica, la automatización de procesos, las plataformas digitales de comunicación, entre otras (Gómez, 2020).

1.5.4. Inventario y gestión de inventarios

Es uno de los factores que comprende la cadena de suministro, particularmente la provisión de materiales necesarios para dar inicio y continuidad al proceso productivo o comercial. El inventario es uno de los principales factores reguladores en la toma de decisiones, puesto que condiciona las operaciones de ingreso y salida del producto (Gómez, 2020).

Asimismo, la gestión de inventarios es uno de los aspectos más complejos de toda la organización, ya que comprende las acciones requeridas para la adecuada administración y aprovechamiento del inventario en concordancia con la lectura de fenómenos externos que estén sucediendo y puedan impactar el ciclo productivo normal (cambios en el mercado, condiciones climáticas, precios, entre otros

factores). A su vez, la gestión de inventarios es fundamental para satisfacer la demanda de los clientes, entregar los productos en la cantidad y calidad adecuadas en el tiempo estipulado y reducir al máximo el costo operativo de la organización (Gómez, 2020).

1.5.5. Opciones para el establecimiento de la trazabilidad

Es muy importante recalcar que la trazabilidad tiene una amplia variedad de sistemas y herramientas a su disposición, las cuales pueden incluir desde procedimientos manuales, impresos, hojas de control y registros, hasta tecnologías con soportes informáticos basados en las TIC, como plataformas de información (bases de datos e inventarios digitales en línea o de fácil acceso y consulta), aplicaciones móviles, dispositivos de acceso remoto, entre otros. Asimismo, existe una amplia disponibilidad de instrumentos de recolección y almacenamiento de información, tales como identificadores manuales o tecnologías con códigos de barras y códigos QR, por mencionar algunos. Todos estos dispositivos y sistemas son válidos siempre y cuando cumplan con los principios de la trazabilidad como la calidad del dato, la actualización constante, la gestión de la información, entre otros (Llano, 2010).



1.6. Normatividad en torno al cultivo de cacao y la trazabilidad

Los principios de la trazabilidad deben cumplir estrictamente con los procedimientos legales proporcionados por las entidades de control del país, que se aplican con base en el inventario a producir. A continuación, se presentan algunas resoluciones a modo de orientación.

- a. **Resoluciones del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) 3168 y 3188 de 2015:** reglamentan la producción, importación y exportación de semillas mejoradas genéticamente para la comercialización y siembra en el país.
- b. **Resolución ICA 003434 de 2005:** establecen normas para la producción, distribución y comercialización de material de propagación de cacao.
- c. **Resolución ICA 0780006 de 2020:** establecen los requisitos para el registro de viveros o huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación para la siembra en el país.
- d. **Resolución del Ministerio de Protección Social 1511 de 2011:** establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que debe cumplir el chocolate y sus productos derivados para consumo humano (procesamiento, envase, almacenamiento, transporte, comercialización e importación o exportación).
- e. **Resolución del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) 931 de 2018:** se crea el Sistema de Trazabilidad Vegetal para identificar la información asociada a eslabones de las cadenas productivas agroalimentarias vegetales. Funciona de acuerdo con las políticas actuales de buenas prácticas agrícolas y de manufactura, el análisis de peligro y puntos críticos de control y el estatuto del consumidor, entre otras normas nacionales e internacionales.

Contexto de investigación participativa: una propuesta de formación a la medida



2.1. Consideraciones iniciales

Entender la implementación de la trazabilidad como un proceso de formación a la medida se relaciona con la posibilidad de estructurar una propuesta de fortalecimiento de capacidades por medio de una herramienta que, en las fincas de cacao, gestione los flujos de información orientados a otorgar claridad respecto al proceso de identificación de la semilla o material clonal, la producción, la transformación y la comercialización.

De este modo, se busca que el productor participe activamente en un proceso de caracterización orientado a la formación que promueva el fortalecimiento de capacidades y la gestión de la información soportada en procesos de colaboración (Callejas-Jaramillo & Álvarez-Urbe, 2020). Es decir, que incida en el quehacer de las organizaciones a partir de la interacción con actores relevantes identificados en favor del sistema productivo y del territorio (Dionicio, 2017). Se espera, entonces, que el productor contribuya a la estandarización y vinculación de grupos de interés necesarios para la implementación.

2.2. Pasos para la caracterización con la organización

La caracterización tiene por objeto establecer la trazabilidad en organizaciones productoras de cacao para controlar y documentar los procesos de producción de semilla o material de propagación. Para lograr que dicha caracterización se adecúe a las condiciones particulares, se propone reconocer los aprendizajes previos de los productores y asociaciones sobre la trazabilidad como punto de partida para estructurar acciones particulares relacionadas con el fortalecimiento de capacidades y el desarrollo de la herramienta digital. Asimismo, es fundamental reconocer el territorio y las actividades propias de las comunidades para implementar la trazabilidad.

De ahí la necesidad de una herramienta o conjunto de herramientas que comprendan la particularidad y la manera en la que los productores interactúan con estos conocimientos. Es imperativo

establecer acciones de seguimiento y control para potenciar el crecimiento de los participantes como parte del proceso, es decir, fortalecer sus capacidades.

2.2.1. Sensibilización de los actores respecto a la trazabilidad

Para favorecer los procesos de consolidación de información con el aporte de los productores de los núcleos de producción, se realizaron encuentros de construcción colectiva de conocimiento para validar aprendizajes previos (figura 2.1). De tal modo, se consultó a los participantes su experiencia con la trazabilidad, lo cual generó una primera reacción de resistencia con la temática, pues los productores sostuvieron que no estaban familiarizados con ella.



Figura 2.1. Encuentro con productores de Leyva y Rosario para la implementación participativa de la trazabilidad a la medida.

Foto: Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda

Así pues, para acercar la noción de trazabilidad a la experiencia de los productores, se usó el decálogo de principios básicos para implementar la trazabilidad en su unidad productiva (Cañar et al., 2020), el cual permitió confrontar los 10 ítems que allí se sugieren con las actividades que comúnmente se realizan en el cultivo de cacao. Se concluyó que gran parte de lo planteado en esta lista son tareas realizadas o de fácil realización en la unidad productiva, aplicables al cultivo de cacao y también a otros sistemas productivos con oportunidad de crecimiento en la zona, como el cultivo de lima ácida (figura 2.2).



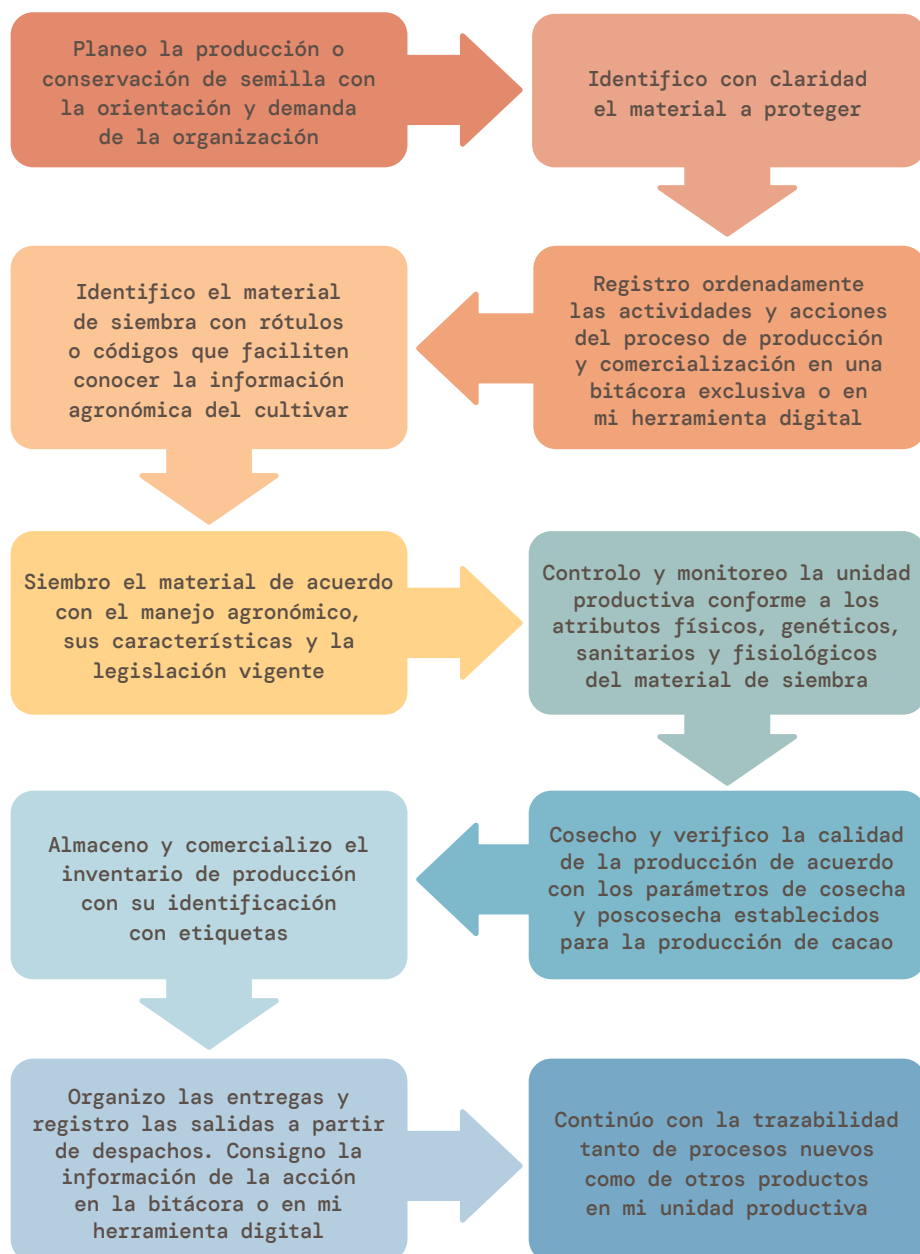


Figura 2.2. Principios básicos para forjar la trazabilidad en su unidad productiva.

Fuente: Cañar et al. (2020)

2.2.2. Reconocimiento de los actores en el territorio

Reconocer a los actores en el territorio comprende un conjunto de actividades orientadas principalmente a generar espacios participativos para involucrarse con el quehacer de las comunidades de productores y así identificar la manera de la que entienden e implementan acciones y procesos en favor de la trazabilidad y la gestión de información. Para llevar a cabo este proceso se recomienda la ejecución de tres acciones:

- a. Hacer una *cartografía social* permite conocer elementos relevantes asociados al territorio, tales como la conformación, el acceso, la ubicación de los participantes, la infraestructura social y la infraestructura asociada al sistema productivo. Esta acción se lleva a cabo para identificar posibilidades colectivas de optimización del proceso (figura 2.3).



Figura 2.3. Elaboración de la cartografía social para la implementación participativa del sistema de trazabilidad. **a.** Núcleo Ejido; **b.** Núcleo Pizanda.

Fotos: Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda

- b. El *calendario logístico* permite conocer elementos relevantes asociados al sistema productivo y a los medios de subsistencia a lo largo de un año (figura 2.4).



Figura 2.4. Presentación en plenaria del calendario logístico elaborado en la vereda Los Andes para la implementación participativa del sistema de trazabilidad.

Foto: Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda

- c. El *diagrama de flujo* permite diseñar con los participantes el paso a paso de las actividades del sistema productivo: desde identificar el conocimiento y la profundidad que tienen de los procesos —que, a su vez, contribuirá al desarrollo de la herramienta digital—, hasta elaborar el flujo en el cual se reunirá la información (figura 2.5).



Figura 2.5. Presentación en plenaria del diagrama de flujo elaborado para la implementación participativa del sistema de trazabilidad: a. Vereda Los Andes; b. Núcleo Pizanda.

Fotos: Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda

2.2.3. Procesamiento de la información

El análisis de la información se realizará en diferentes etapas:

- » **Primera etapa:** consolidar la información primaria generada en los encuentros con productores y asociaciones.
- » **Segunda etapa:** analizar la información secundaria asociada al sistema productivo y la ubicación geográfica de los productores y asociaciones. Asimismo, deben estudiarse las acciones propias del proceso de trazabilidad y las condiciones necesarias para su implementación.
- » **Tercera etapa:** formular las variables relevantes para la implementación del sistema de trazabilidad a la medida.
- » **Cuarta etapa:** ponderar cada una de las fincas de acuerdo con las variables elegidas para analizar los requerimientos individuales y colectivos necesarios para la implementación del sistema de trazabilidad.
- » **Quinta etapa:** con los resultados por productor y por asociación se diseñan las herramientas para implementar el sistema de trazabilidad. Este debe consolidar factores de éxito y recomendaciones para su implementación en procesos de producción de cacao en La Cordillera nariñense.

Elementos técnicos del cacao en La Cordillera nariñense



3.1. Generalidades del cacao

El cacao es un fruto que, de acuerdo con estudios de origen y distribución, se encuentra en estado silvestre en la cuenca del Amazonas y otras áreas tropicales de América del Sur y Centroamérica. Actualmente, se registran más de veinte especies en el género, pero la especie *Theobroma cacao* L. es la única cultivada ampliamente (Bartley, 2005; Zarrillo et al., 2018). Cabe destacar que la región Amazónica se considera la zona de distribución primaria del cacao, seguida del Caribe, que comprende Norte América, Centro y el interior de la costa norte de Sur América.

3.2. Su botánica

La estructura del árbol es leñosa, fuerte y de porte relativamente bajo. Su taxonomía se presenta en la tabla 3.1. No se puede perder de vista que su denominación científica fue dada por el eminente botánico Carl von Linneo (Trópicos, 1753).

Tabla 3.1. Descripción botánica

Taxonomía	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Familia	Malvaceae
Subfamilia	Byttnerioideae
Tribu	Theobromae
Género	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>Theobroma cacao</i> L.

Fuente: Trópicos (1753)

Botánicamente, el cacao es clasificado como:

- a. **Cacao criollo:** son cacaos originarios de Suramérica, cultivados en países como México, Nicaragua, Guatemala, Colombia y Venezuela. Tienen un grano de mejor calidad, pero al mismo tiempo son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. Sus almendras tienden a ser de color blanco o marfil y sus semillas se caracterizan por no poseer aromas afrutados de gran calidad. Por ende, no son apetecidos por la industria (Bartley, 2005; Enriquez, 1966; Leal, 2005).
- b. **Cacao forastero:** son cacaos originarios de las selvas amazónicas, cultivados ampliamente en países como Colombia, Venezuela, Ecuador, Brasil, Costa de Marfil, Ghana, Costa Rica y Asia. Este tipo de cacao presenta características de mayor rusticidad, con una mayor resistencia a plagas y enfermedades. Es conocido como cacao corriente debido a su sabor amargo y ácido. Además, representa el 80 % del cacao comercializado en el mundo (Bartley, 2005; Enriquez, 1966; Leal, 2005).
- c. **Cacao trinitario:** es un cacao resultante del cruzamiento espontáneo de los cacaos criollo y forastero que ha sido seleccionado por el hombre a través de procesos de investigación, inicialmente, en la Isla Trinidad. Allí se originaron la mayoría de los clones conocidos como universales que se han diseminado por todo el mundo y sustentan del 10 al 15 % de la producción en el planeta (Useche & Rojas, 2012). Sus granos son de tamaño mediano a grande y de color castaño (Bartley, 2005; Enriquez, 1966; Leal, 2005).

Teniendo en cuenta su diversidad genética, Motamayor et al. (2008) proponen una nueva clasificación consistente en 10 grupos: Marañón, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purús, Nacional y Guiana. Esta última contrasta con la clasificación de los tres grupos conocida actualmente.



3.3. La semilla como unidad de propagación

La semilla sexual se constituye en una mazorca conocida como el fruto de cacao (figura 3.1). Es una baya protegida por una cáscara o pericarpio. A su interior se encuentran los granos o semillas ordenados en hileras alrededor de un eje central llamado placenta. Otra característica interesante de la semilla de cacao es que se encuentra cubierta por una baba o mucílago, la cual puede ser retirada por el escurrimiento durante la etapa de beneficio o fermentación. Este mucílago (también conocido como baba) tiene azúcares que los microorganismos descomponen, con lo cual ocasionan cambios químicos durante su fermentación (Agudelo et al., 2021).



Figura 3.1. Estructura del fruto y de los granos de cacao de un material clonal.

Foto: Diego Hernán Meneses Buitrago

Dependiendo del material genético y las variables climáticas, la mazorca contiene alrededor de 20 a 50 granos y tiene una vida de 150 a 180 días desde la polinización de la flor hasta su madurez. El color de los frutos inmaduros puede ser verde en algunas plantas o morado y rojo en otras. Al madurar, los frutos verdes pueden tornarse amarillos y los frutos rojos, anaranjados o rosados; todo depende del origen genético (Useche & Rojas, 2012).

3.4. Semilla para patronaje

El árbol de cacao que conocemos hoy día es el resultado de la simbiosis de dos individuos propiciada por la injertación. Esta técnica requiere, por un lado, la planta denominada patrón o protector, la cual se origina de una semilla sexual (grano de cacao) y conforma el sistema radical encargado de la nutrición del injerto. Esta se une a una o varias yemas axilares provenientes de un árbol madre seleccionado, el otro individuo requerido. Se obtiene así una planta injertada (Agudelo et al., 2021).

Ya se han identificado patrones específicos para la reproducción de plantas de cacao, los cuales incluyen la selección de genotipos con tolerancia y adaptación a diferentes condiciones del suelo, cuyo objetivo es prevenir enfermedades causadas por microorganismos como *Rosellinia*, *Ceratocystis* y *Phytophthora*. Estas características son aprovechadas por la copa para mejorar el desempeño productivo de los materiales seleccionados. Los principales proceden de los materiales conocidos mundialmente por las siglas IMC, PA, P, EET, SPA, entre otros (Agudelo et al., 2021) (figura 3.2).

Como se observa en la figura 3.2, la semilla ideal para el patronaje debe ser la obtenida de la primera generación –conocida como F1–, la cual se origina o descende de dos materiales genéticos diferentes: IMC67 y PA121. Estos últimos fueron identificados con programas de investigación que dieron cuenta de su tolerancia a problemas fitosanitarios y de suelo.

De acuerdo con Agudelo et al. (2021), la semilla a utilizar como patrón debe provenir de mazorcas maduras fisiológicamente. Los autores en cuestión la identifican por la coloración característica de cada genotipo de cacao (figura 3.3). Cabe destacar que la semilla pierde

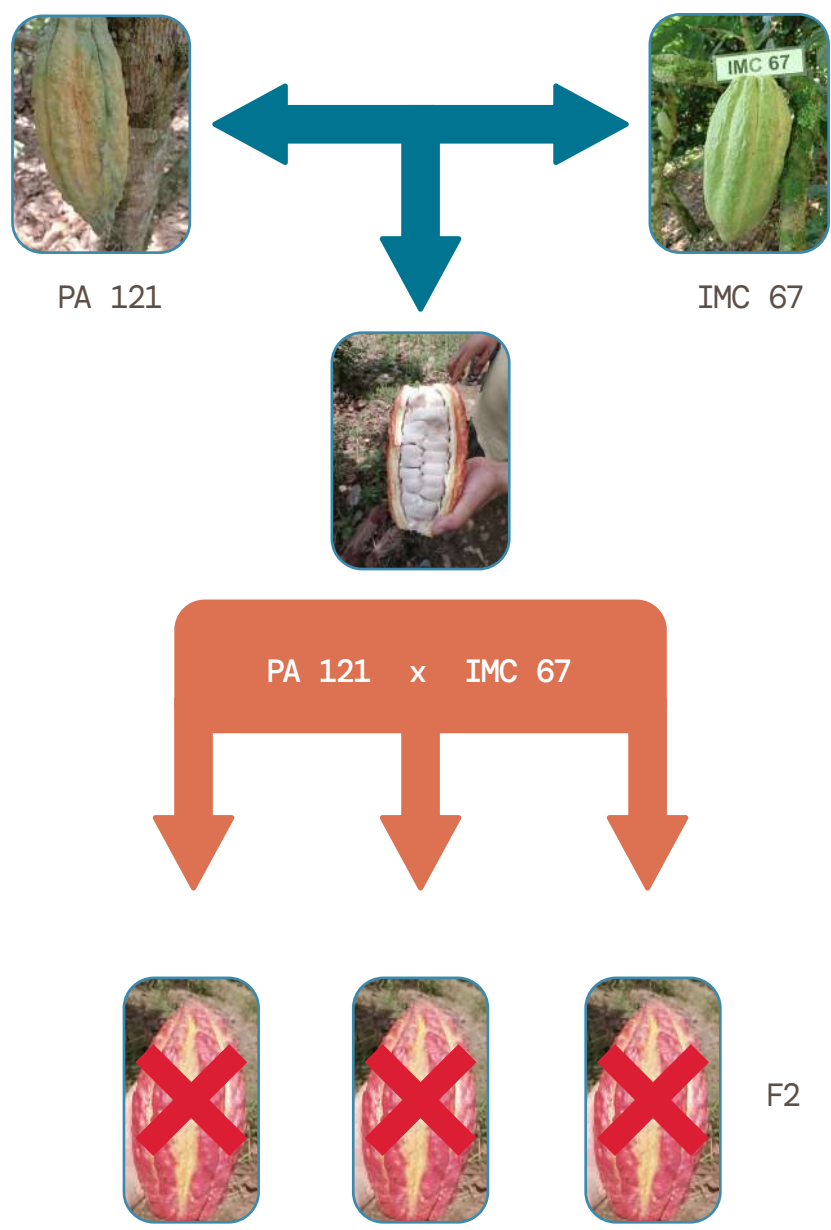


Figura 3.2. Procedimiento para la obtención de semilla para patronaje.

Fuente: Elaboración propia

Fotos: Diego Hernán Meneses Buitrago

su viabilidad y muere si se somete a procesos de deshidratación, fermentación o a temperaturas altas, por lo cual se debe sembrar lo más pronto posible después de haber sido extraída de la mazorca. Los principales clones utilizados para dicho fin han sido IMC 60, IMC 67, PA 121, PA 46, PA 150, P7, P 12, EET 62, EET 96, EET 399, EET 400 y SPA 9. Estos han presentado buena resistencia a las principales enfermedades del cacao y buena adaptación a diferentes condiciones de suelos, lo cual se ha evidenciado en el vigor vegetativo transmitido a la copa.



Figura 3.3. Producción de patrones de cacao de alta calidad:
a. Preparación del sustrato; b. Llenado de bolsas y organización en eras; c. Siembra de la semilla y d. Monitoreo constante de plántulas.

Fotos: Diego Hernán Meneses Buitrago y Genaro Andrés Agudelo Castañeda

3.5. Semilla asexual (clonal) utilizada para la propagación

Es un método de propagación vegetativa cuyo objeto es multiplicar las características agronómicas de la planta de cacao. Las semillas utilizadas están ya identificadas y se conocen como clones universales y regionales. De estas plantas se extraen yemas que se injertan en los patrones previamente sembrados (figura 2.9) (Useche & Rojas, 2012).

En la década de 1990 se inició una reorientación y modernización del sistema productivo de cacao con el fin de utilizar clones en las nuevas plantaciones con base en experiencias de países como Ecuador. Con los clones se garantizan producciones cercanas a 2.000 kg/ha: cantidades muy superiores a las obtenidas con los árboles híbridos.

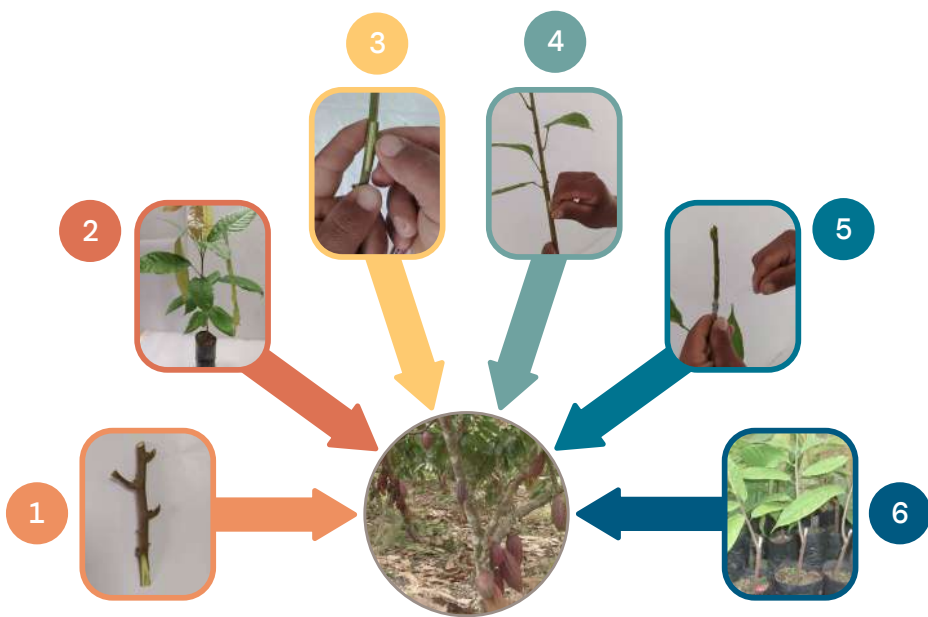


Figura 3.4. Proceso de injertación en cacao. 1. Selección varetas portayemas; 2. Preparación del patrón; 3. Corte en bisel en vareta seleccionada; 4. Corte en patrón; 5. Unión de vareta seleccionada y patrón; 6. Desarrollo de árbol clonado de cacao.

Fuente: Elaboración propia

Fotos: Diego Hernán Meneses Buitrago

Los clones son obtenidos a través de la reproducción asexual o vegetativa (partes de la planta de cacao) a través de estacas enraizadas o injertos. Este último es el procedimiento adoptado en Colombia para la producción de árboles clonales más productivos (figura 3.4). Dentro de los clones de cacao más comunes sembrados en Colombia se tienen TSH 565, ICS A, ICS 60, ICS 95, IMC 67, MON 1, TSA 644, EET 96, EET 400, CCN 51, EET 8, CAP 34, CAU39, UF 613, ICS 39, ICS 1, TSH 812, FLE 2, FLE 3, SCC 59, FTA 2, FSA 12, FSA 13, FSV 41, FEAR 5, FEC2, CNH 12 y CNH13 (Arvelo-Sánchez et al., 2017).

3.6. Materiales de propagación en La Cordillera

En la última década, se han utilizado en La Cordillera nariñense materiales genéticos como IMC-67 para producir patrones. Para dicho fin se han utilizado en conjunto con materiales universales y nacionales para copas como CCN-51, ICS-95, TSH-565, ICS-60, ICS-39, EET-8, FSV-41, MON-1 y FEC-2. A finales del año 2021, la Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao) y la organización Ayuda en Acción desarrollaron en La Cordillera procesos de renovación de cultivos a través de la injertación en leño grueso de materiales genéticos para copas como FSV-41, FEAR-5 y ICS-95.

En este acompañamiento se percibió la urgencia de continuar con el trabajo en equipo basado en la formación y capacitación continua durante la etapa de establecimiento de las plantaciones, tiempo en el que es necesario detallar las características de los clones, rehabilitar los cultivos, buscar la compatibilidad clonal y hacer arreglos de clones en la unidad productiva para mejorar los rendimientos de los cacaotales establecidos o a establecer.

Entre las características de la zona destaca la variabilidad en los lotes de la organización de productores. Se estima una proporción de dos a seis materiales por unidad productiva y a veces se encuentran materiales clonales e híbridos mezclados. Algunos de estos permanecen sin identificar, razón por la cual su comportamiento técnico y productivo es desconocido. De esta gran variabilidad sobresalen los materiales autocompatibles, pues en ellos recae el mayor porcentaje de producción de los lotes disponibles (figura 3.5).



Figura 3.5. Principales materiales clonados sembrados en La Cordillera nariñense: a. Clon TSH- 565; b. clon IMC-67; c. clon CCN-51; d. clon ICS-60; e. clon FSV-41 y f. clon ICS-39; g. MON 1; h. EET 8; i. FEAR 5 y j. FEAC 2.

Foto: Genaro Andres Agudelo, Eliana Baes Daza y Ever Delgado

En la tabla 3.2 se presenta la ficha técnica con las principales características agronómicas de los materiales introducidos en La Cordillera nariñense. Entre estos se encuentran materiales universales y regionales más comercializados en el país, aprobados por el Consejo Nacional Cacaotero en el marco del acuerdo 0003 de agosto de 2012 (Perea et al., 2013).

Tabla 3.2. Materiales identificados en La Cordillera nariñense

Materiales (Código)	Identificación	Procedencia	Características
IMC 67	Iquitos Marañon Collection	Perú	Rendimiento: 975 kg/ha/año Índice de Mazorca (IM): 15 Índice de Grano (IG): 1,6 Compatibilidad: autocompatible
CCN 51	Colección Castro Naranjal	Ecuador	Rendimiento: 1.441 kg/ha/año IM: 17, IG: 1,7 Compatibilidad: autocompatible
ICS 95	Imperial College Selections	Trinidad	Rendimiento: 902 kg/ha/año IM: 20 IG: 1,4 Compatibilidad: autocompatible
TSH 565	Trinidad Selected Hybrid	Trinidad	Rendimiento: 1.212 kg/ha/año IM: 19 IG: 1,2 Compatibilidad: autoincompatible
ICS 60	Imperial College Selections	Trinidad	Rendimiento: 1.076 kg/ha/año IM: 13 IG: 2,3 Compatibilidad: autoincompatible
ICS 39	Imperial College Selections	Trinidad	Rendimiento: 1.598 kg/ha/año IM: 12 IG: 2,3 Compatibilidad: autoincompatible
EET 8	Estación Experimental Tropical	Costa Rica	Rendimiento: 1.235 kg/ha/año IM: 13 IG: 2,2 Compatibilidad: autoincompatible
FSV 41	Fedecacao, San Vicente	Colombia	Rendimiento: 1.474 kg/ha/año IM: 13 IG: 2,1 Compatibilidad: autocompatible

[Continúa]

[Continuación]

Materiales (Código)	Identifi- cación	Proce- dencia	Características
MON 1		Colombia	Rendimiento: 1.100 kg/ha/año IM: 19 IG: 1,8 Compatibilidad: autoincompatible
FEC 2	Fedecacao, El Carmen	Colombia	Rendimiento: 901 kg/ha/año IM: 16 IG: 1,6 Compatibilidad: autoincompatible
FEAR 5	Fedecacao Arauquita	Colombia	Rendimiento: 1.490 kg/ha/año IM: 17 IG: 1,6 Compatibilidad: autocompatible

Fuente: Perea et al. (2013)

Por otra parte, AGROSAVIA dispone de una serie de ofertas tecnológicas representadas en variedades clonales de cacao con la serie *Theobroma* Corpoica la Suiza (TCS), las cuales cuentan con características de alta precocidad y estabilidad, criterios de importancia para los productores y con gran potencial para La Cordillera nariñense, pues representan una opción que permitiría incrementar los rendimientos del cultivo (Agudelo et al., 2017). Entre los materiales a mencionar se encuentran los mencionados en la tabla 3.3:

Tabla 3.3. Material clonal disponible como oferta tecnológica en AGROSAVIA.

Material genético	Color	Índice		Rendimiento (kg/árbol)	Compatibilidad
		Grano	Mazorca		
TCS 01	Rojo	3,0	10	3,3	Autocompatible
TCS 06	Rojo	2,0	12	2,0	Autoincompatible
TCS 13	Rojo naranja	1,8	14	1,5	Autocompatible
TCS 19	Rojo naranja	1,6	16	1,8	Autocompatible

Fuente: Suárez et al. (2021)

Diseño de la trazabilidad a la medida



En el capítulo anterior se describieron los elementos técnicos asociados al cultivo de cacao en La Cordillera nariñense. Esta información es un elemento clave para diseñar la trazabilidad a la medida, concepto que cada vez cobra más importancia por su fácil adaptación en la cadena de abastecimiento y la logística de producción. Esta percepción proporciona los elementos necesarios adecuados a las condiciones del proceso (Cañar-Serna et al., 2022).

De acuerdo con la experiencia en La Cordillera nariñense, se sugiere tener en cuenta los siguientes pasos en el orden propuesto, los cuales definen el alcance de la buena implementación del diseño —clave para el establecimiento de la herramienta a desarrollar—. A continuación se explica cada uno de estos pasos.

4.1. Planeación

La planeación es el propósito del quehacer de la organización e incluye decisiones de importancia que generarán un impacto a corto, mediano y largo plazo. Desde un enfoque administrativo, las decisiones a planificar contemplan las políticas de la organización, los objetivos propuestos, la misión y visión en la que se centran, la identificación del sistema de captura de la información, los puntos de control y los indicadores de medición, la descripción de los procesos asociados a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), la formación continua de los recursos humanos de acuerdo con su cualificación y el manejo en Kardex del inventario producido, entre otros.

Desde una perspectiva técnica, es interesante tener en cuenta el tipo de material clonal a propagar, el origen de la semilla (que debe provenir de viveros registrados ante el ICA), las materias primas e insumos disponibles y las instalaciones y herramientas con las que cuenta la organización. Estos elementos son requerimientos necesarios para el alineamiento de la línea de producción, la definición del procedimiento operativo estándar, la logística del empaque y el embarque, entre otros. Cada uno de los elementos mencionados da soporte y alcance al diseño e implementación de la trazabilidad como herramienta esencial para la gestión y administración de los inventarios de la organización.

4.2. Evaluación de formato de captura de información ya existente

Una vez planeado el diseño de la herramienta, se procede con la revisión de los formatos de captura de información con los que dispone la organización para registrar los datos asociados a las diversas prácticas agrícolas y técnicas administrativas y logísticas de la cadena de abastecimiento de interés. Esta práctica ayuda a identificar los formatos funcionales y no funcionales que facilitan el soporte del flujo de información que generan los inventarios producidos en la unidad agrícola a aplicar. Terminada la evaluación, se procede con la revisión y búsqueda de fuentes de información primaria y secundaria que relacionen antecedentes de las diversas experiencias en el diseño e implementación de la trazabilidad en la organización. Esta acción se hace con el fin de aplicar algunos elementos que puedan ser adaptados fácilmente e identificar qué acciones son necesarias para la buena implementación de la herramienta.

4.3. Alcance para el diseño y buena adecuación de la herramienta

Terminada la evaluación se procede a dar alcance a la herramienta a implementar, la cual deberá cubrir el total de la cadena de abastecimiento. Para ello, se deben considerar los siguientes cinco puntos, los cuales permiten precisar y delimitar el buen desarrollo del sistema a la medida de la organización (figura 4.1):

- a. **Amplitud:** el concepto relaciona la cantidad de información que el sistema debe registrar en la línea de producción y logística. Involucra proveedores, materia prima e insumos, entre otros.
- b. **Profundidad:** determina el alcance hacia delante y hacia atrás del sistema en relación con la captura de información.
- c. **Precisión:** permite conocer el grado de seguridad que puede entregar el sistema sobre las características y los movimientos del producto trazado.
- d. **Exactitud:** da cuenta de la combinación entre la veracidad y la precisión de la información.

- e. **Acceso:** hace referencia a la velocidad con que llega y se comunica el flujo de información a los miembros asociados a la cadena de abastecimiento.

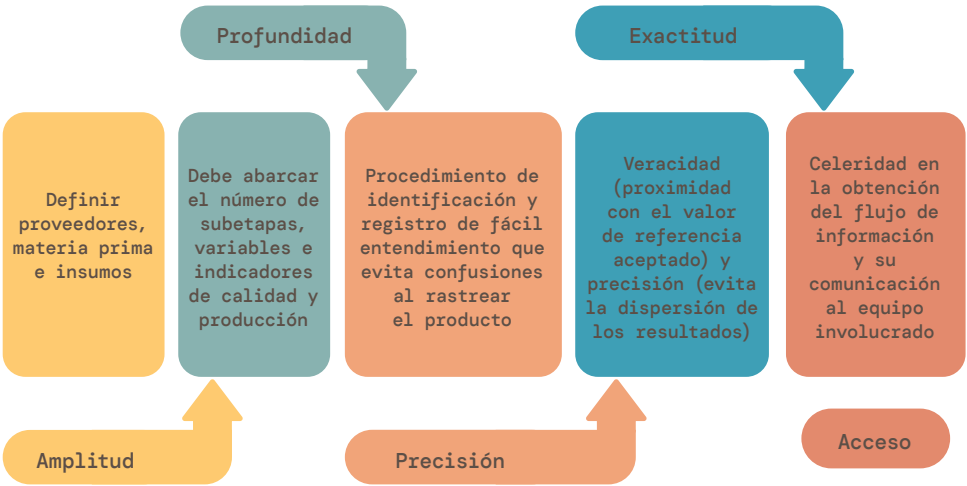


Figura 4.1. Alcance del sistema de trazabilidad a considerar para el diseño e implementación.

Fuente: Cañar-Serna et al. (2022)

4.4. Captura de información requerida

Definido el alcance, se procede con el diligenciamiento de la información base a partir de unas herramientas de captura previamente validadas. Para dicho fin se dispone de un formato sencillo que facilita la administración y el orden del flujo de información generado en la cadena de suministro. Allí el productor puede registrar, consultar y administrar los datos en una línea de tiempo de forma ordenada de acuerdo con el estándar requerido en el análisis que se esté realizando. A continuación, se presentan en orden alfabético algunas de las herramientas de captura:

- a. **Calendario logístico:** permite identificar la infraestructura, las variables, las prácticas y el talento humano asociados a la cadena de abastecimiento (anexo 1).
- b. **Diagrama de árbol:** se utiliza para organizar gráficamente los elementos necesarios para alcanzar los objetivos propuestos. Además, permite identificar las causas de un problema desde la raíz en busca de la solución.
- c. **Diagrama de causa y efecto:** permite identificar, clasificar y poner posibles causas de problemas específicas utilizando lluvias de ideas y diagramas para planear actividades.
- d. **Diagrama de flujo:** presenta de forma gráfica una secuencia de acciones rutinarias. Está basado en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones unitarias específicas (anexo 2).
- e. **Diagrama de Pareto:** es un gráfico de barras que puede que ilustra una frecuencia relativa, por ejemplo, reparaciones y fallas accidentales. Da cuenta del porcentaje de ocurrencias de causa que afectan un producto.
- f. **Encuestas:** es un documento estructurado para dar solución a una serie de problemas relacionados con el proceso (anexo 3).
- g. **Entrevista:** permite, a partir de un guion, registrar las experiencias alrededor del proceso de producción.
- h. **Esquemas de aseguramiento de calidad:** son esquemas que permiten identificar y documentar tiempos y procesos de producción y acondicionamiento del inventario agrícola, así como los momentos para monitorear y muestrear plagas y patógenos de importancia económica que atacan el inventario.
- i. **Hoja de verificación:** permite reunir datos basados en la lista de chequeo o en la observación del proceso de producción con el objeto de identificar y detectar incidencias en la cadena de abastecimiento.
- j. **Libro de campo:** es una herramienta de control de las prácticas agrícolas en la que se registra la información. Además, permite consultar en cualquier momento las acciones realizadas con anterioridad.

- k. **Lista de chequeo:** permite gestionar una lista de factores que son potencialmente afectados por las acciones producidas en la ejecución e identificar los posibles efectos.
- l. **Matriz de calidad:** define el qué, el cómo y el para qué de la actividad o acción asociada a la cadena de suministro. Además, identifica acciones de contingencia ante una incidencia y el actor encargado de proporcionar la solución.
- m. **Mapa de campo o plano:** son representaciones gráficas de la unidad productiva, de las áreas técnico-administrativas, de la zona geográfica y del entorno del inventario.
- n. **Mapa parlante:** permite conocer de forma gráfica el escenario en el que el productor se mueve, los actores que lo acompañan y el proceso vivido en la experiencia en el territorio. Además, permite recopilar información sobre los factores de riesgo y generar planes de manejo ambiental, sanitario y biológico.
- o. **Línea del tiempo:** permite conocer la sistematización de experiencias asociada a la cadena de suministro en un espacio-tiempo. En ese sentido, se construye definiendo una serie de hitos para ordenar y reconstruir los inventarios a estudiar. Se elabora con el fin de conocer información de la organización e involucra elementos individuales y colectivos.
- p. **Tabla de registro:** es una plantilla para tomar datos o consignar resultados de actividades realizadas. Se basa en variables de control.

4.5. Espacios físicos e infraestructura

Una vez definida la cadena de suministro de la organización, se procede con la verificación del estado de las instalaciones y la infraestructura que acompaña el proceso. Cabe destacar que este espacio está destinado al desarrollo de las funciones operativas, técnicas, administrativas y otras acciones relacionadas con la producción y el acondicionamiento del inventario (figura 4.2). Para el caso de la producción de cacao en La Cordillera nariñense, los requerimientos mínimos para garantizar la operatividad de los espacios físicos son:

- a. **Jardín clonal:** Consiste en un “cultivo de cacao conformado por árboles clonados y establecidos ordenadamente, identificados en su patrón y clon, con calidad genética y sanitaria garantizada, de los cuales se sacará el material de propagación” (ICA, 2005, p. 3).
- b. **Huerto de clones comerciales:** Es el área de cultivo de “cacao propagado vegetativamente y establecido para la producción comercial de cacao seco, sin ordenamiento espacial definido de los clones, con calidad genética y sanitaria garantizada” (ICA, 2005, p. 3).
- c. **Semillero:** Es el “área de terreno destinada a la ubicación de bolsas llenas con sustratos preparados con tierra, arena, cascarilla de arroz, abono orgánico y otros, en las que se sembrará la semilla de cacao para la propagación de patrones” (ICA, 2005, p. 2).
- d. **Vivero:** Es un “área delimitada de terreno debidamente adecuada para propagar plantas de cacao y que consta de umbráculo o cobertizo, enraizado, áreas de propagación, bodega, sistemas de riego y plantas comerciales” (ICA, 2005, p. 2).
- e. **Enraizador:** Consiste en “espacio[s] o áreas de terreno o estructuras destinadas al enraizamiento de estacas, preparadas con sustratos como cascarilla de arroz, tierra, arena, cubiertas con plástico, o polisombra” (ICA, 2005, p. 2).
- f. **Área de propagación:** “Comprende el área donde se ubican las plántulas de semillero en crecimiento, patrones dispuestos para su injertación y plantas injertadas” (ICA, 2005, p. 2).
- g. **Acondicionamiento y transformación:** Es el área donde el inventario se cuantifica y se hace la transformación agroindustrial de acuerdo con la línea de producción planteada.
- h. **Área de sustrato:** Es el espacio que permite acondicionar el sustrato a utilizar en la etapa de llenado de bolsa. Dicho suelo debe ser rico en materia orgánica y libre de trazas físicas como raíces, troncos, piedras y otros elementos que alteren la calidad.



Figura 4.2. Algunos espacios físicos e infraestructura disponible:
a. Jardín clonal; b. Preparación de sustrato; c. Embolsado de sustrato;
d. Vivero con inventario de plantas clonadas; e. Acondicionamiento y
transformación mediante módulos fermentadores.

Fotos: Dubert Yamil Cañar Serna

4.6. Diseño a la medida

Definidos los espacios físicos y de infraestructura, se procede con el diseño de la línea de producción que, construida bajo el concepto de objetos, incluye puntos de control a considerar en la medida en que el inventario se mueve en la línea de producción (Cañar-Serna et al., 2022). Cada objeto tiene incorporado actividades, acciones, subacciones, etapas, subetapas, etcétera. De esta manera se precisa el entorno del inventario al momento de su traslado o movimiento. En la figura 4.3 se expone un diseño preliminar de una línea de producción bajo el concepto de objeto y punto de control donde se identifican cinco objetos que cubren el total de la cadena de suministro (apertura y cierre del inventario).

El primer objeto agrupa las materias primas que inciden en la producción de las plantas clonales de cacao y define siete puntos de control a considerar al momento de hacer el inventario. El segundo relaciona la producción del grano de cacao en mucílago previo a su secado e incluye siete puntos de control a tener en cuenta. El tercer objeto está destinado al proceso de secado y acondicionamiento del grano y considera cinco puntos de control. El cuarto se asocia al empaque y embalaje del grano y determina siete puntos de control, los cuales propician el buen desarrollo de la actividad.

Finalmente, el quinto objeto da cuenta del embarque, la distribución y el mercadeo del inventario producido por la organización, que debe tener en cuenta seis puntos de control. Durante esta etapa, es clave dar soporte al proceso mediante la documentación y registro de información. De acuerdo con esto, a continuación se especifican los procedimientos a seguir desde que se recibe la materia prima hasta que se entrega el producto terminado al cliente final. En el caso de la figura 4.3, el soporte son las TIC basadas en un código QR, tema que se abordará en el siguiente capítulo.



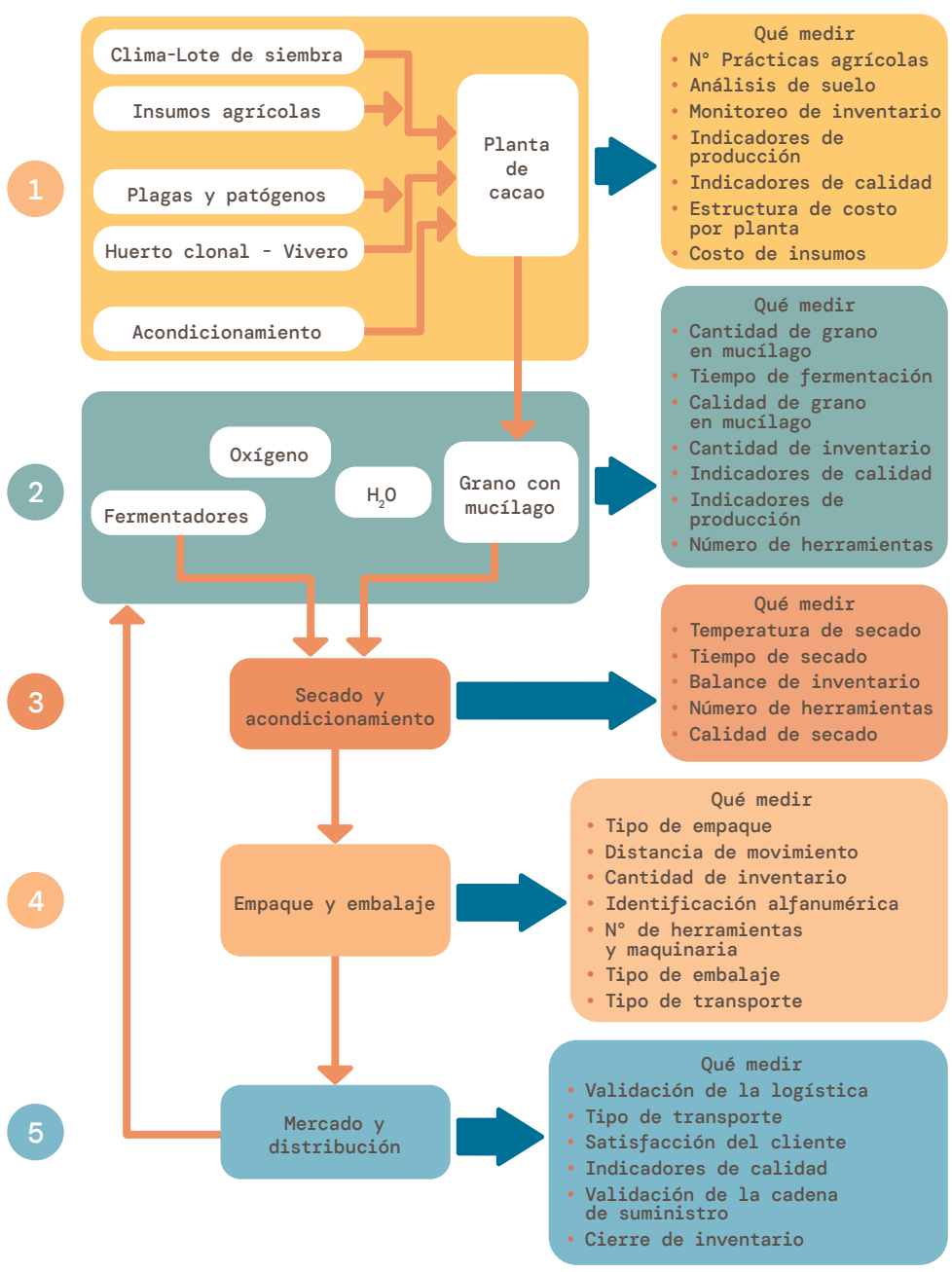


Figura 4.3. Diseño del sistema de trazabilidad bajo el marco de objetos y punto de control para la producción de grano de cacao.

Fuente: Elaboración propia con base en Serna et al. (2022)

Terminadas las acciones de diseño, se sugiere ubicar gráficamente los objetos de entrada, los de los procesos internos y los de salida asociados a la cadena de abastecimiento. En la figura 4.4 se propone un ejemplo donde se pueden identificar los objetos por colores, su orden y las variables a considerar en cada una de las operaciones unitarias involucradas en el proceso de producción.

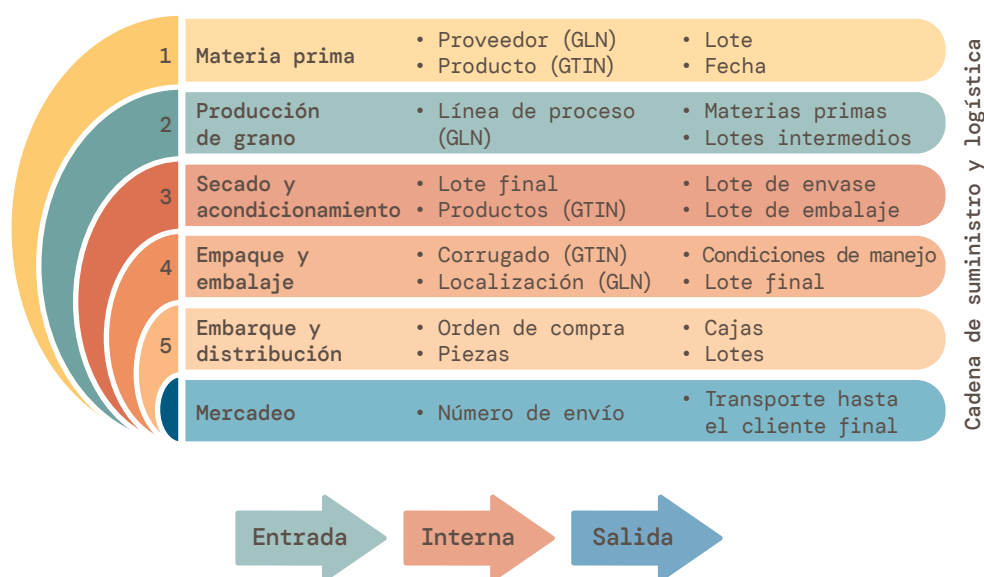


Figura 4.4. Trazabilidad bajo el marco de objetos y puntos de control para la producción de grano de cacao, desde la obtención de la materia prima hasta el mercadeo del inventario.

Fuente: Elaboración propia con base en GSI México (2022)

4.7. Plan de mejora asociada al diseño

Cabe destacar que el diseño de un sistema de trazabilidad es dinámico y puede cambiar por las actividades que implica el manejo de inventario. Para atender estos casos en el tiempo, es necesario generar un plan de mejora continua, cuyo objeto debe orientarse a las

organizaciones que desean mejorar sus servicios, productos o procesos. Esta acción es clave para incrementar la competitividad en el mercado, ampliar la oferta de productos y mejorar el reconocimiento ante el público objetivo. Su aplicación es sencilla y cómoda e involucra todos los niveles de la organización.

No se puede pasar por alto que para proceder con el plan de mejora, es necesario identificar de manera exacta el área o proceso a mejorar. Se debe también definir la problemática para contribuir a la solución y, en función de esta, estructurar un plan de acción que permita evaluar el proceso de mejora en un periodo determinado y bien definido (figura 4.5).

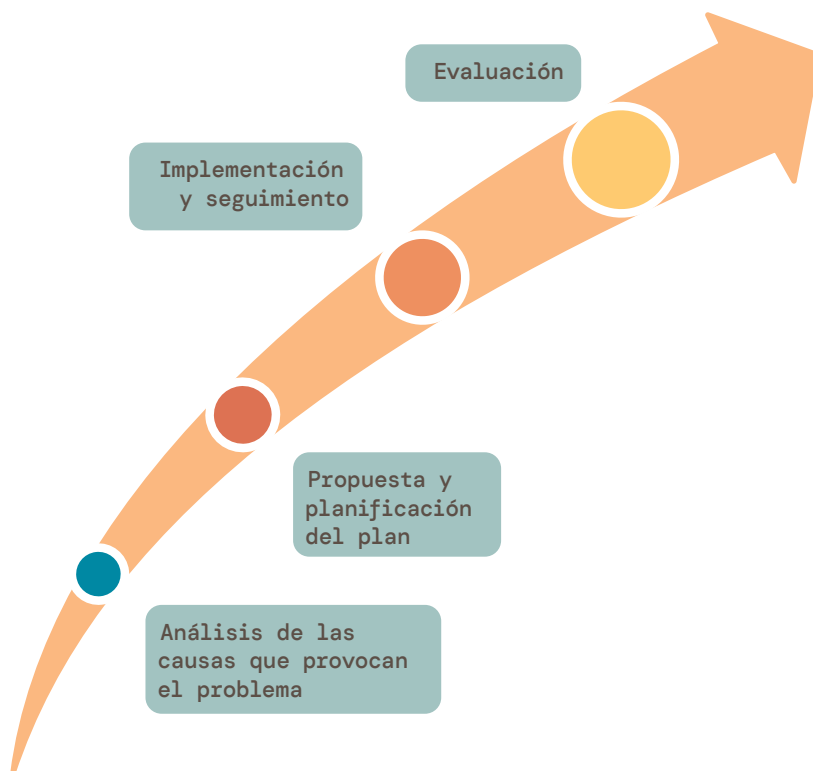


Figura 4.5. Plan de mejora para el diseño del sistema de trazabilidad a la medida.

Fuente: Villavicencio et al. (2017)

Implementación de la solución tecnológica



5.1. Contexto

El presente capítulo ayuda a visibilizar alternativas para generar una solución tecnológica basada en las TIC que permita gestionar el flujo de información de la unidad agrícola del productor cacaotero de La Cordillera nariñense. Cabe destacar que, cuando se toma la decisión de implementar este tipo de soluciones, se sugiere analizar la mejor alternativa, pues las opciones pueden variar según el alcance que se requiera y la disponibilidad económica para la implementación.

Dentro del abanico de posibilidades destaca el registro manual en un formato físico donde se capture la información amplia y general del proceso. Entre las limitantes del uso de elementos físicos destaca la poca efectividad para el análisis, el espacio de almacenamiento, el acceso limitado, la vulnerabilidad de los datos, las dificultades de edición y, desde una perspectiva ambiental, el carácter contaminante de la sobreutilización de papel. Asimismo, los costos asociados a la conservación de los documentos físicos son elevados, pues demandan recursos específicos para su tratamiento, entre ellos, impresoras, fotocopadoras, papelería y demás insumos de oficina.

Otra alternativa interesante a explorar son las soluciones tecnológicas, pues optimizan la gestión de datos y la administración eficiente de los recursos disponibles. Ahora bien, las tecnologías a utilizar deben estar soportadas en una infraestructura informática para almacenar datos propios eficazmente a partir de una serie de dispositivos como teléfonos móviles, cámaras, *softwares* de mensajería, tabletas, computadoras, entre otros bienes (figura 5.1). Todo esto, enmarcado en principios básicos de seguridad informática que, independientemente del sector, el tamaño o el tipo de información que maneje cada organización, debe preservar el flujo de información con base en la confidencialidad, integralidad, disponibilidad, autenticidad, auditabilidad, protección a la duplicación y legalidad. Todo, de acuerdo con las directrices expuestas por las entidades de control (Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones [MinTIC], 2022).





Figura 5.1. Dispositivos de usuarios disponibles para la solución tecnológica.

Fuente: Elaboración propia con base en MinTIC (2022)

5.2. Desarrollo tecnológico de la herramienta

Para implementar la solución tecnológica, específicamente en la producción de cacao en La Cordillera nariñense, se propició el desarrollo tecnológico de la herramienta para que esta respondiera a la identificación, el seguimiento y el rastreo de los inventarios asociados al proceso en cada una de las fases y etapas. Lo anterior, con el objeto de disponer de información válida y cercana a la realidad y contribuir así a la toma de decisiones en la organización y responder de manera práctica y efectiva con acciones preventivas o de mejora durante la producción de cacao.

En este sentido, y de acuerdo con las condiciones del público objetivo, se desarrolló una aplicación móvil denominada *TraceApp* para los dispositivos móviles de los productores participantes. Este tipo de decisiones debe tomarse después de analizar la realidad del público beneficiario de la solución tecnológica y con argumentos técnicos. Para el caso de La Cordillera nariñense, se evidenció que gran número de los productores contaban con teléfonos inteligentes.

Una vez seleccionada la solución tecnológica, se procede con la estructuración de la metodología de desarrollo que asociará el diseño propuesto con la parametrización del código fuente. En este sentido, el desarrollo se fundamentó en la metodología de espiral propuesta por Barry Boehm en 1988 y adaptado por Cañar-Serna et al. (2022). La metodología se orientó a la generación de un prototipo de aplicación móvil acoplado con la línea de producción de manera sistemática y lógica de acuerdo con su planificación, análisis de riesgo, implementación y evaluación del desarrollo. A continuación se describe lo realizado en cada una de ellas (figura 5.2).

- a. **Planificación:** en la etapa de planificación se establecieron los requisitos y procedimientos necesarios que serían agregados a la aplicación móvil, así como la información de los componentes que la integra. También se procedió con la escritura de los documentos de soporte, tanto para el diseño y su arquitectura como para la línea base donde se detallan las generalidades de la herramienta.
- b. **Análisis de riesgos:** en este punto se revisó el diseño propuesto, se generó un plan de acción del prototipo a desarrollar y se desglosaron los posibles riesgos. Cabe destacar que el flujo de información disponible es considerable, por lo cual se requerirá un tiempo de análisis para proceder con el desarrollo de la herramienta encargada de la trazabilidad en la cadena de suministro de cacao.
- c. **Implementación:** en esta etapa es necesario tener en cuenta la experiencia del usuario de acuerdo con el rol del público a atender. En este sentido, el desarrollo de la solución tecnológica se orientó a la interacción del usuario con la aplicación móvil en busca de una percepción positiva del servicio ofrecido. Según



Montero, (2015), la percepción depende no solo de los factores relativos al diseño, sino que se complementa con hacer una tecnología amigable, satisfactoria, intuitiva, fácil de usar y, ante todo, realmente útil.

Desde esta perspectiva, se procede con la parametrización de las ventanas del desarrollo asociadas a la cadena de abastecimiento y logística de producción en cacao. Inicia con el registro del usuario asignado previamente para proceder con el registro del inventario en la herramienta de acuerdo con las características particulares del lote a producir –por ejemplo, “CU0002 registrar inventario”–. Es importante ser preciso al diligenciar los campos que requiere la aplicación móvil para obtener información más detallada. Una vez se genera el inventario, la aplicación móvil le ofrece al usuario dos opciones: la primera es el registro de la información, y la segunda es consultar a partir de la información previamente registrada.

En el caso del registro, se disponen tres opciones. La primera, “CU0003 registrar actividad”, captura el dato en relación con las actividades agrícolas realizadas en la medida en que se genera la acción en campo o en la infraestructura donde se encuentre el inventario. En el caso de “CU0004 registrar aplicación”, se captura la información concerniente a las prácticas relacionadas con la aplicación de insumos de síntesis química o biológica. Finalmente, la opción “CU0005 registrar poscosecha”, dispone la elección para la captura de la información asociada a la producción, el rendimiento y el acondicionamiento de la semilla o grano de cacao que se dirige al cliente final.

Terminado el registro, el usuario puede consultar la información relacionada con las actividades y acciones forjadas en el inventario. En este sentido, la aplicación móvil le ofrece al usuario tres opciones: la primera, “CU0007 consultar actividades”, permite consultar las prácticas agrícolas realizadas en cualquier momento de la cadena de valor, entre ellas, la poda, el platio, la limpieza, entre otras.

En la opción “CU0008 consultar aplicación”, se pueden conocer las aplicaciones de síntesis química o biológica a partir de la

cuantificación de las concentraciones utilizadas del componente activo, el volumen utilizado y la marca de la casa comercial de donde proviene el insumo. Finalmente, la opción “CU0009 consultar poscosecha”, permite consultar las labores realizadas en la etapa de poscosecha en relación con las actividades de acondicionamiento del grano en mucílago: desde la etapa de fermentación, secado, empaque y embalaje hasta la distribución del inventario al cliente final.

Cada una de las opciones se decodifican mediante un código QR “CU0010 generar QR”. Se tiene la opción de imprimirlo y etiquetar el lote a producir, a saber, “CU0011 imprimir” (figura 5.2) (Cañar-Serna et al., 2022).

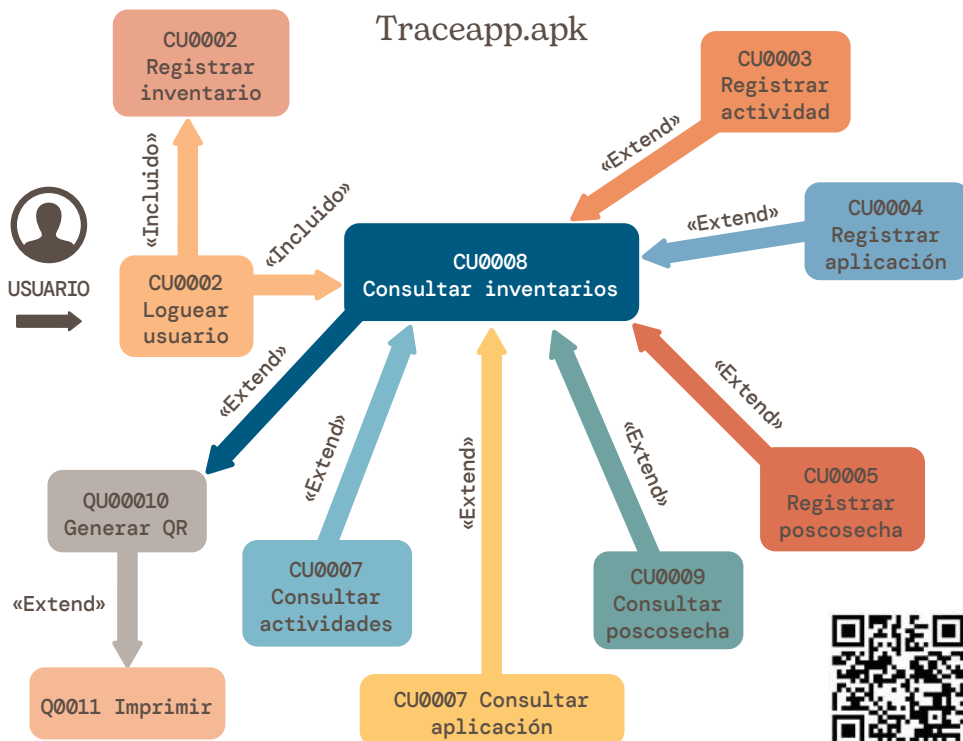


Figura 5.2. Parametrización de las ventanas del desarrollo asociadas a la cadena de abastecimiento y logística de producción en cacao.

Fuente: Elaboración propia

Definida la parametrización, se configura el paquete en una extensión .APK desarrollada para ser instalada en dispositivos móviles de versión Android 4.4 o superior. En el caso de la codificación del inventario, se parametriza a partir de siete identificadores alfanuméricos, por ejemplo, Agro12312asocafincatcacao2021A0001 (tabla 5.1).

Tabla 5.1. Construcción del identificador del inventario por orden, identificador y descripción propia.

Orden	Identificador	Descripción
1	Agro	Código de sistema de producción: Agrícola.
2	12312	Código municipio donde se produce el inventario.
3	Asoca	Asociación a la que pertenece el productor.
4	Finca	Código de la finca asociada al productor donde se produce el inventario.
5	Tcacao	Especie vegetal.
6	2021A	Semestre de producción del inventario.
7	0001	Consecutivo de producción por finca y núcleo.

Fuente: Cañar-Serna et al. (2022)

d. Evaluación: en este punto, el cliente al cual se orienta el desarrollo se convierte en un elemento clave que tendrá la posibilidad de participar en el uso y manejo del desarrollo en ambiente de prueba. De este modo, se puede hacer una evaluación del estado de avance y conocer la experiencia de usuario. Además, es un espacio del que dispondrá el desarrollador para recopilar los problemas y debilidades del desarrollo implementado. Asimismo,

permite analizar en detalle cada una de las incidencias que se detectaron en la medida en que se utiliza la herramienta para su solución y liberación en un ambiente de producción. Para facilitar la consulta del número de incidencias que afecta el desarrollo, se sugiere hacer uso de una lista de chequeo con el propósito de gestionar los factores que son potenciales y categorizarlos de acuerdo con los efectos en el desarrollo (figura 5.3).

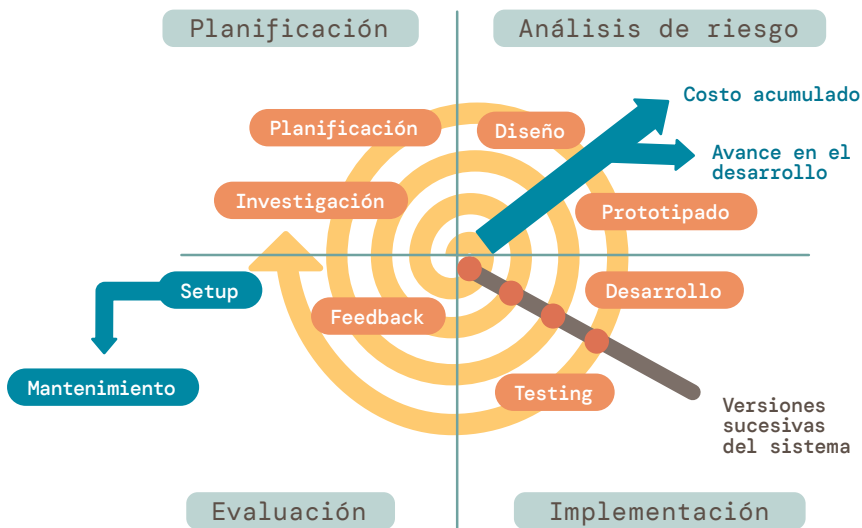


Figura 5.3. Cuadrante de la metodología en espiral.

Fuente: Elaboración propia con base en Galo (2011)

5.3. Manejo de la tecnología

Una vez la aplicación móvil cumpla con los parámetros establecidos en ambiente de prueba, se hace la liberación en el ambiente de producción para que el usuario beneficiario haga pruebas operativas de la solución tecnológica en la cadena de suministro de cacao. A continuación, se describe el paso a paso de las opciones puestas a disposición en la aplicación móvil para iniciar la gestión y administración de los inventarios a producir.

a. Identificación

Una vez instalada la aplicación móvil *TraceApp* en el dispositivo del usuario, esta podrá ser identificada. En la parte inferior del ícono se encuentra el nombre y su imagen en la parte superior: esta última consiste en dos frutos verdes de cacao. Además, el ícono tiene dos flechas que forman un movimiento cíclico de color azul.

b. Ingreso

En el ingreso se visualiza una pantalla de bienvenida muy corta, que desaparece rápidamente, en la cual se muestran los logos del desarrollador y financiador de *TraceApp*. Posteriormente, aparece la pantalla de inicio de sesión donde se deben ingresar los datos del usuario y la contraseña que, en el caso del proyecto, serán usuarios autorizados por la organización de productores (figura 5.4).

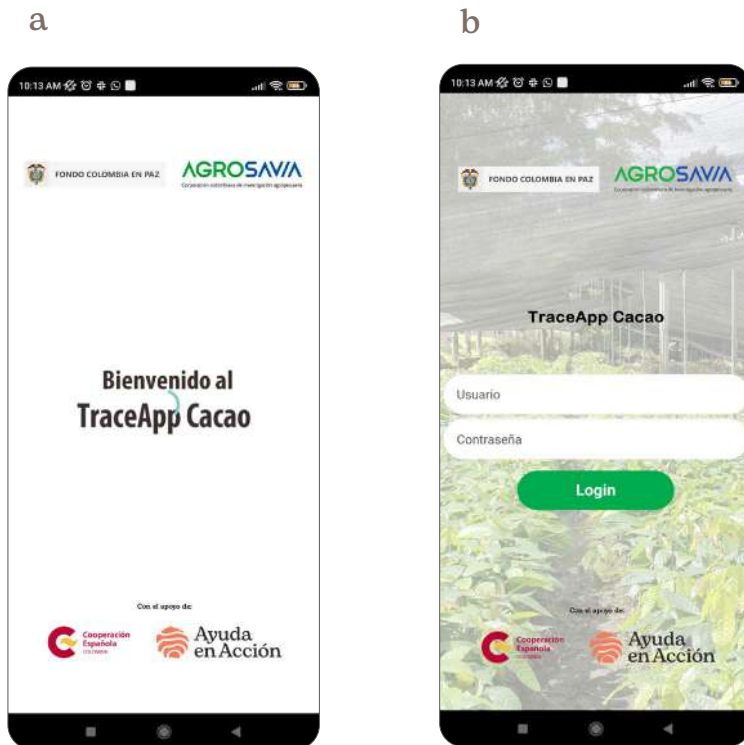


Figura 5.4. Ingreso a la aplicación *TraceApp*. a. Pantalla de bienvenida; b. Pantalla de inicio de sesión.

c. Pestaña de información

Después de que el usuario haya iniciado sesión, en la parte superior derecha se encuentra un ícono con tres rayas horizontales. Al tocarlo se desliza una pestaña vertical con las cinco opciones que se muestran en la figura 5.5.

1. Home: presenta los cinco módulos para el registro o consulta de los inventarios.
2. Decálogo: presenta un conjunto de diez frases con las acciones necesarias para realizar la trazabilidad en la unidad agrícola.
3. Conceptos esenciales: el usuario podrá conocer en línea una serie de documentos formativos generados por AGROSAVIA.
4. Políticas y condiciones: presenta los derechos de propiedad intelectual de la aplicación.
5. Salir: opción segura de salir de la aplicación.

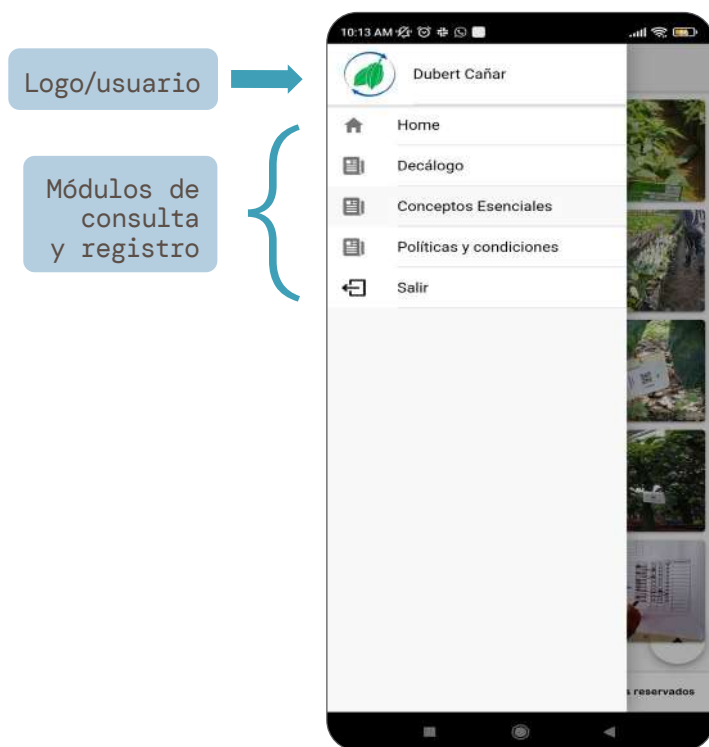


Figura 5.5. Pestaña vertical de la estructura de información.

d. Home

Una vez ingresadas las credenciales correctas, se tendrá acceso a la pantalla de inicio de la navegación de *TraceApp*. Allí se tiene acceso a cinco módulos donde el usuario puede acceder a varias acciones. A continuación se describe cada una de ellas (figura 5.6):



Figura 5.6. Inicio de la aplicación *TraceApp* conformada por cinco módulos de navegación.

1. **Crear inventario:** permite la creación de los inventarios que se trabajarán en la app.
2. **Registrar actividad:** se hace el registro de las actividades agrícolas en la unidad productiva.
3. **Consultar inventario:** se pueden administrar los inventarios registrados, ajustarlos o editarlos.
4. **Consultar actividad:** permite visualizar las actividades o prácticas agrícolas que se han registrado a la fecha.

5. **Enviar información:** permite compartir la información registrada en diferentes canales o redes. El formato de salida del archivo es Comma Separated Values (CSV), el cual puede ser abierto en cualquier archivo de texto. Asimismo, se presenta en caracteres separados por comas, haciendo una especie de tabla en filas y columnas.



A continuación, se describen con mayor detalle los cinco módulos de *TraceApp* de acuerdo con las funciones operativas y técnicas de uso.

A. Módulo para crear inventario

Al ingresar al módulo se encuentran los datos que requiere *TraceApp* para registrar un nuevo inventario. Estos son datos fundamentales que permiten generar identidad al inventario a crear con información que va desde la variedad del material clonal hasta los proveedores de la semilla. Cabe destacar que en muchas de las opciones se dispone de una lista predeterminada (figura 5.7).



Figura 5.7. Módulo para generar un inventario nuevo.

B. Módulo para registrar la actividad

Labor

El módulo se orienta a registrar las labores agrícolas una vez creado el inventario. Al ingresar al módulo se podrá buscar el inventario al que se le va a hacer el registro, bien sea por medio de la lectura del código QR o la búsqueda manual. Una vez seleccionado el inventario, se debe oprimir el primer botón titulado “Labor”. Al seleccionarlo aparece una notificación donde *TraceApp* solicita la confirmación para iniciar el registro de la labor; hay que seleccionar “Aceptar”. En la opción se podrá registrar una actividad que tendrá los datos necesarios para acceder a la información completa de la labor a realizar (figura 5.8).

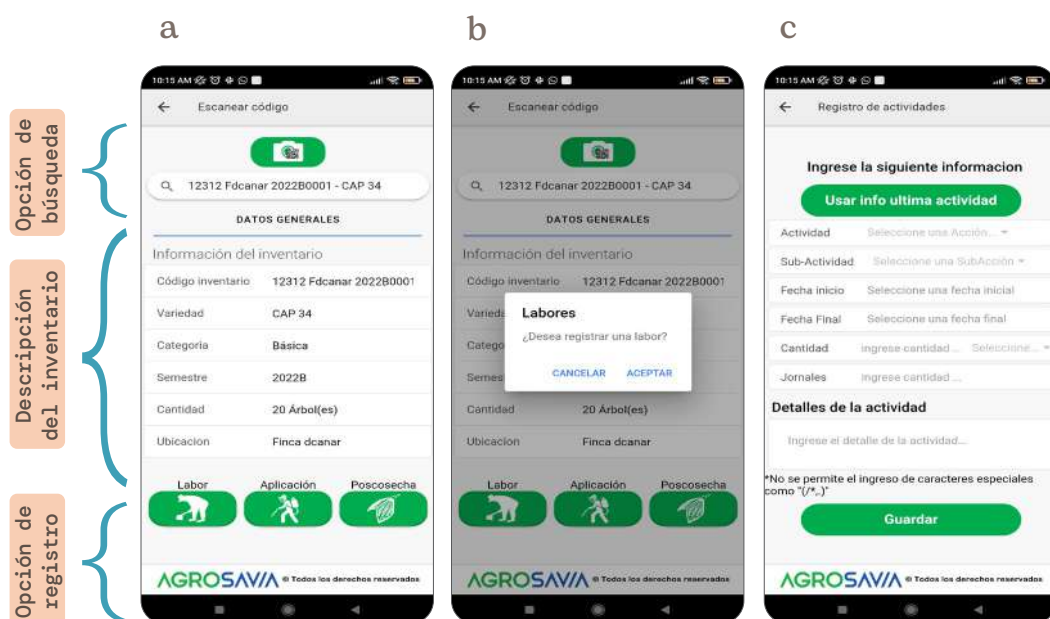


Figura 5.8. Registro de actividad, opción labor. a. Consultar inventario; b. Confirmar el registro de la labor; c. Ingresar la información y guardar.

Aplicación

Al oprimir el botón “Aplicación”, el usuario podrá registrar las aplicaciones de síntesis química o biológica realizadas al cultivo agrícola. Se contará con datos del componente activo, la marca, el volumen y las concentraciones (figura 5.9).

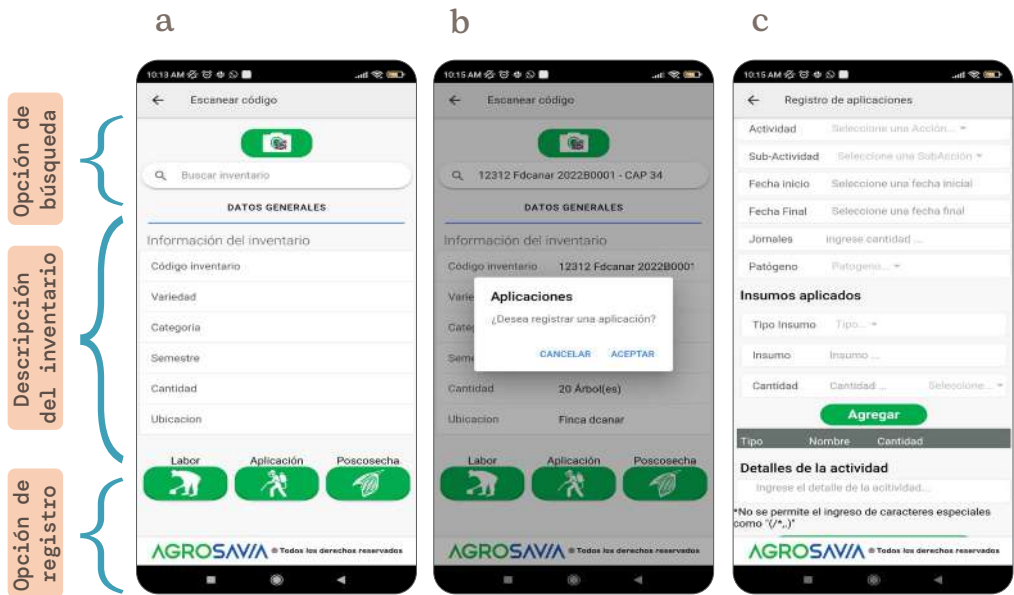


Figura 5.9. Registro de actividad, opción aplicación. a. Consultar inventario; b. Confirmar el registro de la aplicación; c. Ingresar la información y guardar.



Poscosecha

Una vez terminado el registro de las dos opciones anteriores, *TraceApp* le ofrece al usuario una tercera opción denominada “Poscosecha”. Para acceder a esta opción, se debe primero consultar el inventario a registrar: acción que podrá hacerse con el número de inventario o el código QR. Definido el inventario, se oprime el botón “Poscosecha”, el cual, al ser oprimido solicita una confirmación para iniciar el registro de la actividad: se selecciona la opción “Aceptar”. Con esta opción podrán registrarse actividades asociadas al acondicionamiento de la semilla o grano en etapa de fermentación, kardex y distribución al cliente final (figura 5.10).

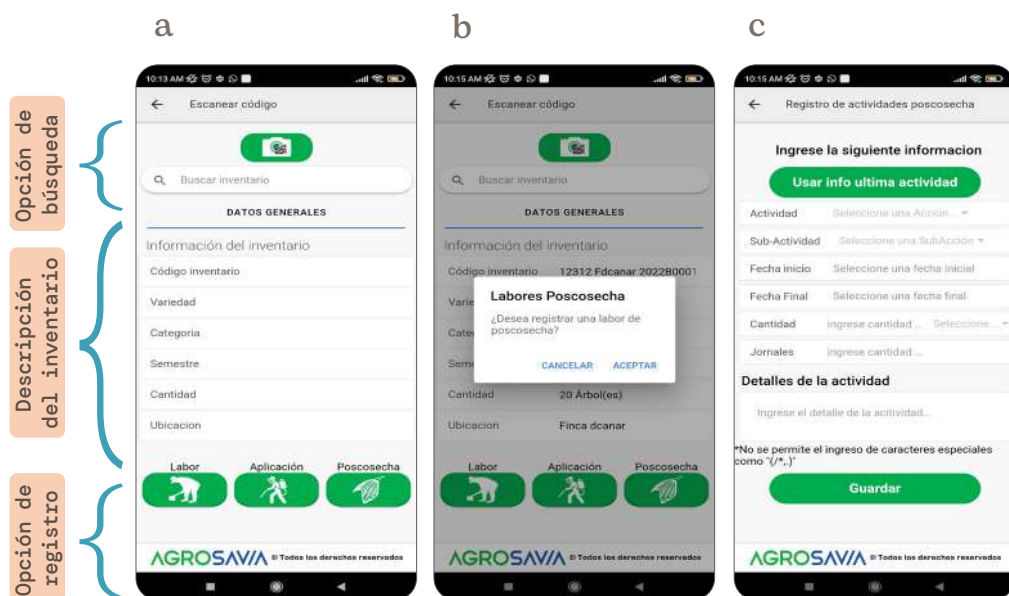


Figura 5.10. Registro de actividad, opción poscosecha. a. Consultar inventario; b. Confirmar el registro de la actividad de poscosecha; c. Ingresar información y guardar.

C. Módulo para consultar inventario

Terminados los registros programados en cada actividad, el usuario tiene la opción de consultarlos. En este módulo se podrá realizar la consulta por inventario generado. Una vez seleccionado el inventario se cargará la lista de registros y se tendrán las siguientes opciones (figura 5.11):

- » **Ver:** visualiza la información del inventario (solo para lectura).
- » **Editar:** permite consultar el inventario y editar la información del mismo para ajustar la información que se requiera.
- » **Generar QR:** genera el código QR con la información disponible en el inventario, la cual puede imprimirse usando la tecnología de *bluetooth*.

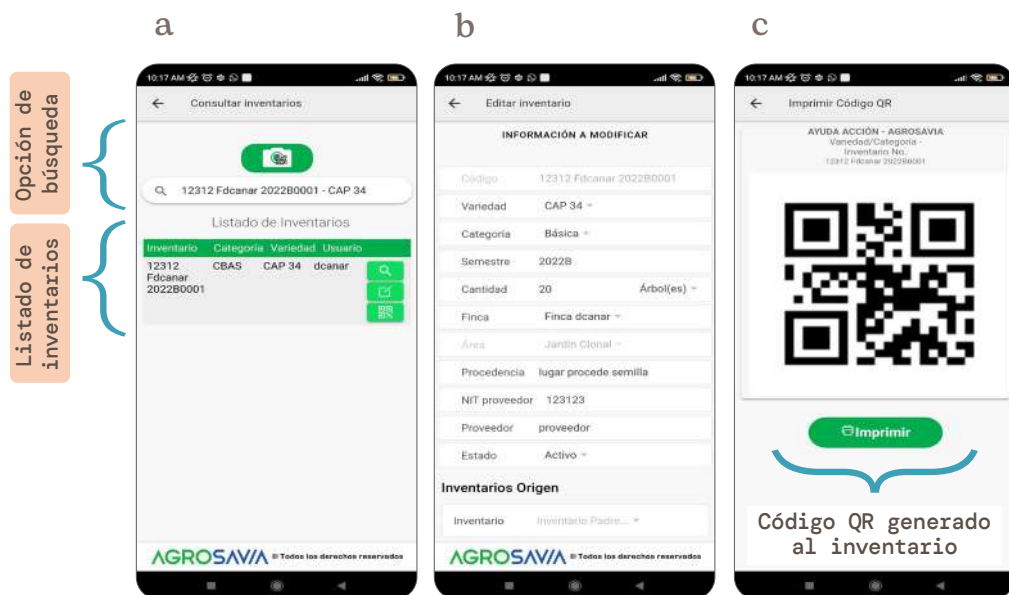


Figura 5.11. Módulo para consultar el inventario. a. Consultar inventario; b. Modificar inventario; c. Generar e imprimir QR.

D. Módulo para consultar actividades

Al ingresar al módulo se podrá consultar el inventario con las actividades registradas. Para proceder, el usuario debe hacer la búsqueda con el número de inventario o el código QR. Una vez identificado el inventario, se carga la lista de actividades registradas, las cuales permitirán realizar las siguientes acciones (figura 5.12):

- » **Ver:** permite visualizar la información de la actividad solo para lectura.
- » **Borrar:** elimina la actividad registrada, acción que requiere de una confirmación.

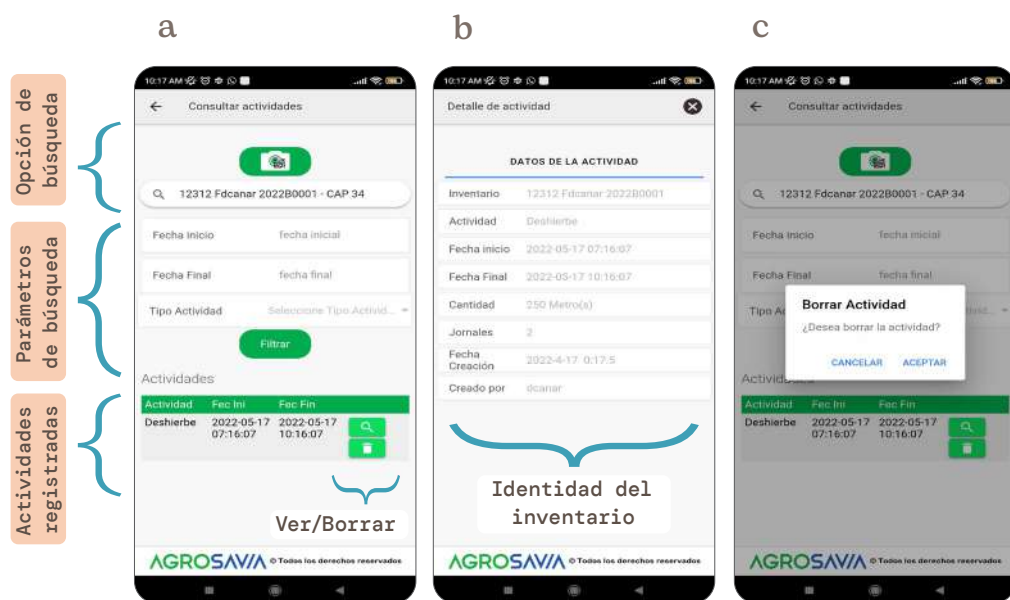


Figura 5.12. Registro de actividad, opción poscosecha: a. Consultar inventario; b. Confirmar el registro de la actividad de poscosecha; c. Notificación de una acción.

E. Módulo para enviar información

Finalizados el registro y la consulta de la información por inventario, el usuario puede enviar los datos consignados. *TraceApp* ofrece un número determinado de canales de envío de acuerdo con un rango de fechas y una lista de acciones predefinidas por el usuario. Este último puede compartirla con otros productores o con el profesional que acompaña el proceso técnico de producción y acondicionamiento del grano de cacao (figura 5.13).

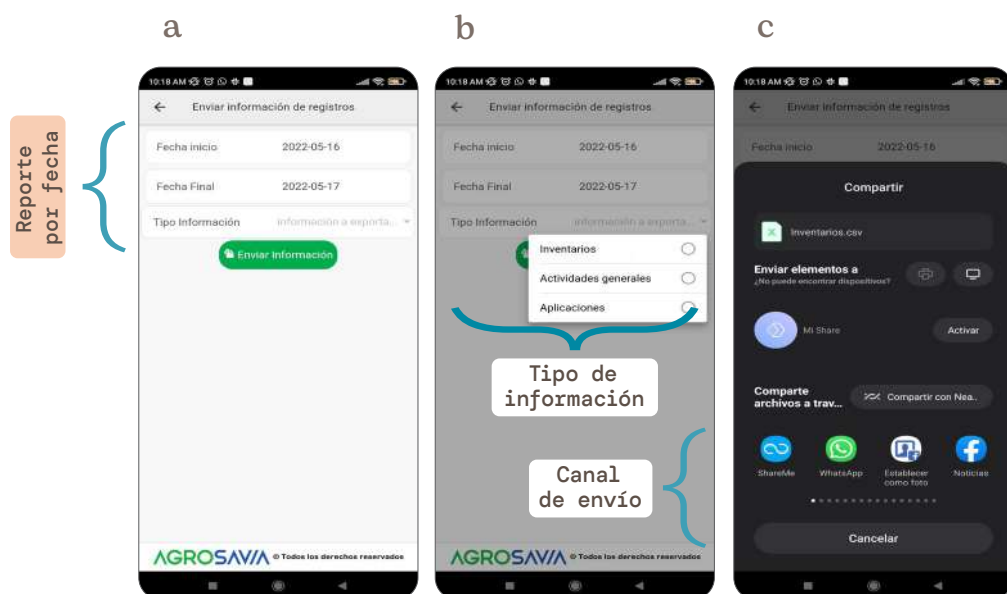


Figura 5.13. Envío de la información por inventario registrado y consultado para la evidencia y consolidación de la trazabilidad en la cadena de abastecimiento y logística. **a.** Reporte por fecha de corte; **b.** Tipo de información a enviar; **c.** Canales múltiples de envío.

Apuntes para un proceso de formación en trazabilidad



En este capítulo final se proponen acciones de formación sustentadas en el reconocimiento y la experiencia generada en el proyecto en torno al quehacer de las organizaciones interesadas en implementar la trazabilidad en su unidad agrícola. Con esto, se busca familiarizar a los productores con las herramientas necesarias para identificar elementos complementarios a los propuestos en el presente documento. Se pretende, además, propiciar acciones que favorezcan el buen desarrollo de la trazabilidad y la gestión de la información que la acompaña. De esta manera, se busca que cada uno de los aprendizajes generados en la experiencia, tanto de orden individual como colectivo, pueda evaluarse con una rúbrica que determine las condiciones para el fortalecimiento de capacidades. La rúbrica está estructurada en una ruta de cuatro fases que favorece la implementación de la trazabilidad ajustada a las condiciones propias de la organización (figura 6.1).

Como complemento, en la tabla 6.1 se esbozan una serie de elementos relevantes a tener en cuenta durante cada una de las fases. Se busca generar acciones propias del proceso de implementación e identificar los resultados más relevantes del mismo. En este sentido, se incluyen elementos asociados al plan de formación con el objeto de orientar la gestión y la implementación de la trazabilidad a la medida.



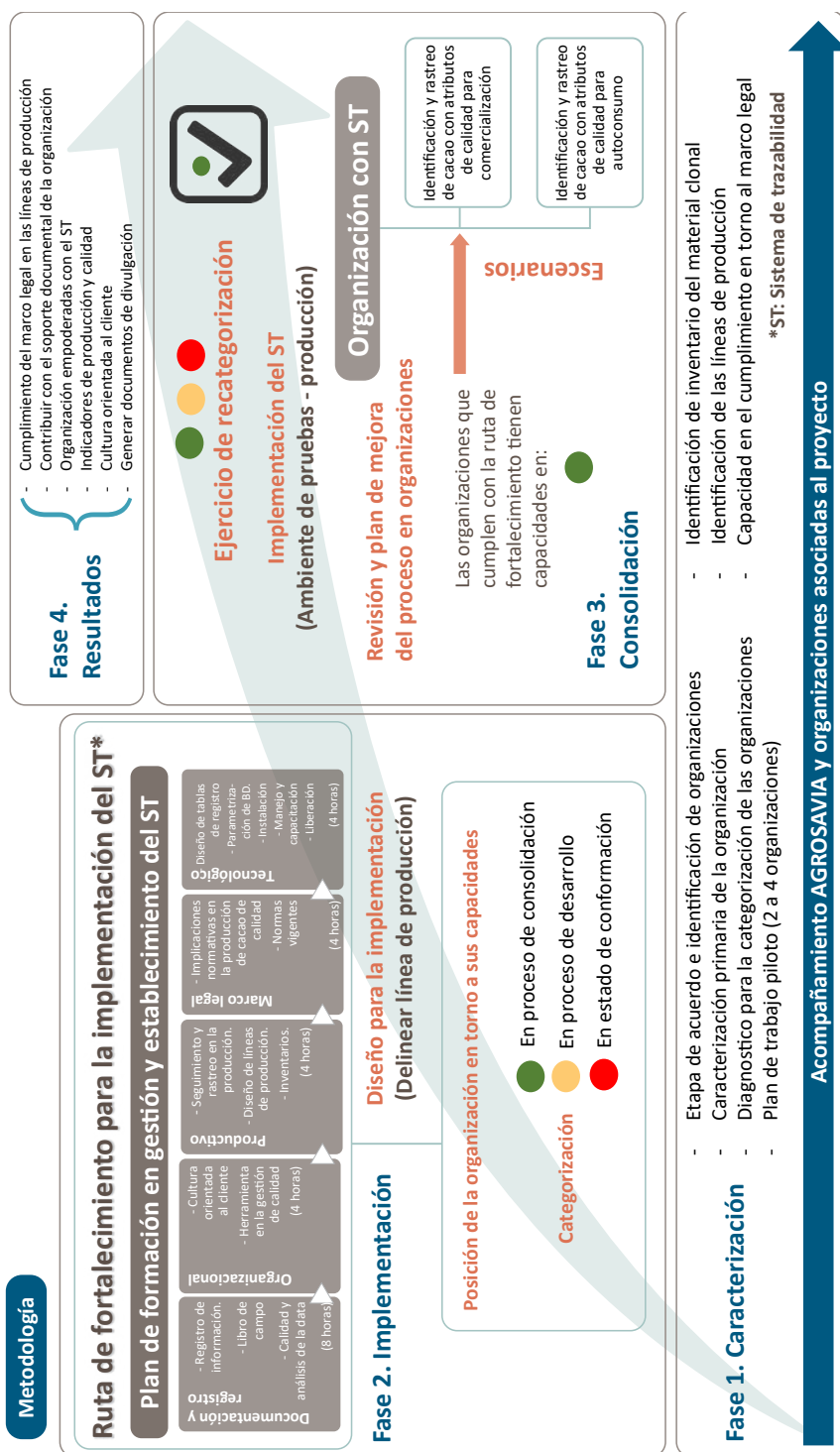


Figura 6.1. Ruta de fortalecimiento a modo de propuesta para la implementación de la trazabilidad en organizaciones de productores o productores individualizados.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.1. Estructura del proceso de formación asociada a la implementación participativa del sistema de trazabilidad

A quién va dirigido
A productores agropecuarios y organizaciones interesadas en fortalecer sus capacidades para la implementación de procesos de trazabilidad en sus unidades productivas.
Cuál es el objetivo
Promover procesos de fortalecimiento de capacidades con productores agropecuarios y organizaciones interesadas en la trazabilidad como estrategia para mejorar procesos de producción y transformación de cacao de calidad.
Criterios de evaluación
Como criterios de evaluación se proponen los siguientes: • Los participantes identifican conceptos asociados a la importancia de la trazabilidad y su concepto de aplicación desde el punto de vista normativo y procedimental para la producción de semilla y grano de calidad en el contexto de la producción. • Los participantes identifican conceptos asociados al registro y análisis de datos, además de otros orientados al fortalecimiento de capacidades, que incidan en procesos de toma de decisiones. • Los participantes identifican las particularidades de la trazabilidad a implementar de acuerdo con las condiciones técnicas, administrativas y económicas, bien sea para la producción, transformación o conservación de la semilla y el grano de cacao.
Metodología
La metodología se organiza en los siguientes momentos: • Un primer momento corresponde al espacio por el cual los participantes del evento de formación participan del proceso de caracterización o reconocimiento en el que se perfilan los conocimientos previos (tanto implícitos como explícitos) a utilizar en el proceso de formación. Asimismo, en este segmento se otorga información inicial orientada a la sensibilización sobre la trazabilidad a partir de la entrega de documentos divulgativos (folleto, manual, entre otros) elaborados para este fin y que, además de incluir nociones y conceptos básicos sobre el tema, permiten al participante conocer los 10 principios básicos para forjar la trazabilidad en la unidad productiva (decálogo), de modo que se dimensione como un quehacer posible y cercano a la cotidianidad del productor.

[Continúa]

[Continuación]

Metodología

- Un segundo momento corresponde a la implementación, para este caso de la herramienta digital, a partir de la cual los productores o la organización identifican conceptos asociados a la importancia de la trazabilidad y su concepto de aplicación desde el punto de vista normativo y procedimental para el acondicionamiento y transformación del inventario en el contexto de producción bajo en cadmio.
- El tercer momento pertenece a la integración de los conocimientos y aprendizajes de las fases anteriores con el soporte de actividades de formación a partir de núcleos de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales para favorecer la implementación de la trazabilidad a partir de la profundización temática y el desarrollo de actividades prácticas que conduzcan al análisis de información para tomar decisiones y analizar casos.

Al cierre, se propone llevar a cabo la retroalimentación del proceso en su conjunto, de modo que permita poner en común aprendizajes, buenas prácticas y acciones por mejorar que orienten al grupo en su conjunto.

Contenidos	Eje temático
De orden conceptual	• Introducción a la trazabilidad. • Métodos de evaluación de resultados. • Codificación en el proceso de trazabilidad. • ¿Qué son y qué tipos de herramientas se usan en trazabilidad? • Comparativo de herramientas actuales para hacer trazabilidad.
De orden procedimental	• Secuencia lógica del proceso de trazabilidad. • Conceptos del proceso de trazabilidad en función del proceso productivo. • Planeación. • Nociones y elementos de los inventarios. • Clasificación de los inventarios. • Sistemas de inventarios. • Casos exitosos de los usos de las herramientas.
De orden actitudinal	• Buenas prácticas documentales. • Toma de decisiones en contextos rurales. • Colaboración y liderazgo.

Fuente: Elaboración propia

6.1. Rúbrica de evaluación

Se propone un instrumento de evaluación como complemento para determinar las condiciones para el fortalecimiento de capacidades (tabla 6.2). De este modo, la calificación total se obtendrá sumando el valor de cada fila teniendo como referencia el máximo a alcanzar (20 puntos) y el aprobado (10 puntos).



Tabla 6.2. Rúbrica asociada a la implementación participativa del sistema de trazabilidad

Indicador	Grado			Puntuación
	Consecución alto	Consecución medio	Consecución bajo	
Marco Legal	El productor implementa la Resolución ICA 3434 de 2005 y se encuentra inscrito ante el ICA para la producción de semilla.	El productor conoce la Resolución ICA 3434 de 2005 y las condiciones ante dicho instituto para producir semilla.	El productor no implementa acciones para la trazabilidad en la producción de cacao.	De 1 a 5 en función de la calificación otorgada.
Análisis de datos	El productor realiza acciones de registro a partir del flujo de información generado en la unidad productiva tanto para la producción de cacao bajo en cadmio como para la generación y conservación de semilla de calidad. Lo hace de forma sistemática para aportar a procesos de toma de decisiones.	El productor realiza acciones de registro a partir del flujo de información generado en las líneas de producción de cacao o en la generación y conservación de semilla de calidad, de manera parcial.	El productor no realiza acciones de registro para la toma de decisiones en la producción de cacao o en la generación y conservación de semilla de calidad.	De 1 a 5 en función de la calificación otorgada.

[Continúa]

Indicador	Grado			Puntuación
	Consecución alto	Consecución medio	Consecución bajo	
Gestión de la calidad	El productor hace parte de un proceso organizativo consolidado a partir del cual las acciones de planeación facilitan la consolidación del inventario de producción de cacao o de la generación y conservación de semilla de calidad.	El productor lleva a cabo acciones de planeación que le permiten consolidar el inventario de producción de cacao o la generación y conservación de semilla de calidad como parte de un proceso organizado y sistemático de manera parcial. Es decir, como un factor asociado al debilitamiento del proceso organizativo.	El productor no lleva a cabo acciones de planeación que le permitan consolidar el inventario de producción de cacao o generar y conservar semilla de calidad como parte de un proceso organizado y sistemático que mejore la calidad de vida del productor y la asociación.	De 1 a 5 en función de la calificación otorgada.
Rastreo de información	El productor cuenta con un método de captura de información físico o digital de las acciones generadas en las líneas de producción de cacao o en la generación y conservación de semilla de calidad y utiliza la información resultante para la toma de decisiones.	A pesar de que el productor cuenta o dispone de un método de captura de información físico o digital de las acciones generadas en las líneas de producción de cacao o en la generación y conservación de semilla de calidad, realiza la actividad de forma parcial o con deficiente calidad, lo cual dificulta el análisis de la información y la toma de decisiones.	El productor no cuenta o no dispone de un método de captura de información físico o digital de las acciones generadas en las líneas de producción de cacao o en la generación y conservación de semilla de calidad, lo cual dificulta los procesos de cuantificación y toma de decisiones.	De 1 a 5 en función de la calificación otorgada.

[Continúa]

[Continuación]

Indicador	Grado			Puntuación
	Consecución alto	Consecución medio	Consecución bajo	
Manejo de inventarios	El productor realiza labores que le permiten saber con claridad la cantidad de material existente en la producción de cacao o en la generación y conservación de semilla de calidad: cuánto se gasta, cuánto se comercializa, cuánto se transforma o qué se hace con el material sobrante. Es decir, el productor cuenta con los factores para definir la capacidad de la unidad productiva y los procesos de toma de decisiones.	El productor realiza parcialmente labores que le permiten tener claridad respecto a la cantidad de material existente en la producción de cacao o en la generación y conservación de semilla de calidad: cuánto se gasta, cuánto se comercializa, cuánto se transforma o qué se hace con el material sobrante. Es decir, el productor cuenta con factores limitados para definir la capacidad de la unidad productiva.	El productor no realiza labores que le permitan tener claridad respecto a la cantidad de material existente en la producción de cacao o en la generación y conservación de semilla de calidad: cuánto se gasta, cuánto se comercializa, cuánto se transforma o qué se hace con el material sobrante. Es decir, no cuenta con factores para definir la capacidad de la unidad productiva.	De 1 a 5 en función de la calificación otorgada.

Fuente: Elaboración propia



Glosario

En este apartado se reúnen términos y definiciones que arrojan luz sobre las diferentes etapas y conceptos técnicos relacionados con el diseño y la implementación de la trazabilidad a la medida.

- » **Amplitud:** describe la cantidad de información que el sistema de trazabilidad registra.
- » **Área de propagación:** comprende el área donde se ubican las plantas en crecimiento, los patrones dispuestos para su injertación y las plantas injertadas durante un tiempo considerable.
- » **Árboles sexuales, patrones o portainjertos:** aquellas plantas sobre las cuales se realiza el proceso de injertación y las encargadas de aportar la sección basal (sistema radical) para constituir la nueva planta, compuesta por dos materiales genéticos.
- » **Autocompatibilidad:** capacidad genética del polen para fecundar óvulos del mismo clon de cacao.
- » **Cacao:** planta dicotiledónea de la familia Malvaceae y del género *Theobroma*, de ciclo vegetativo perenne, cuyo fruto es una baya conocida como “mazorca” y del cual se extraen almendras o granos utilizados para la producción de chocolate.
- » **Calidad de semilla:** conjunto de atributos de la semilla que involucran los factores genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios.
- » **Clon de cacao:** árbol de cacao diferenciado de otros de su misma especie, seleccionado por alguna(s) característica(s) sobresaliente(s) como rendimiento, sanidad y calidad industrial, y cuya propagación se realiza vegetativamente (o de forma asexual).
- » **Compatibilidad:** característica primordial que sirve para lograr una unión exitosa entre los tejidos de cámbium, en el caso de los injertos o la recepción y aceptación del polen en la reproducción sexual.

- » **Control:** es la ejecución de una serie programada de observaciones o mediciones con el fin de obtener una visión general del grado de cumplimiento de la legislación y la normativa de sanidad vegetal y ambiental.
- » **Copa:** parte aérea de la planta injertada, constituida por todas las ramas y la parte superior del árbol.
- » **Cliente:** es la persona u organización de la cadena de valor a quien se vende o facilita el alimento.
- » **Código QR:** es un código bidimensional, fácilmente identificable por un dispositivo electrónico, que puede contener información alfanumérica, símbolos, códigos binarios y de control.
- » **Formación y capacitación:** proceso para adquirir conocimientos, habilidades y aptitudes para cumplir con los requisitos de producción.
- » **Huerto de clones comerciales:** cultivo de cacao propagado vegetativamente y establecido para la producción comercial de cacao seco sin ordenamiento espacial definido entre los tipos de clones y con calidad genética y sanitaria garantizada.
- » **Injertación:** método de propagación vegetativa artificial en el que una porción de tejido procedente de una planta (vareta) se une con otra ya asentada (patrón), con la finalidad de que su conjunto crezca como un solo organismo (semilla).
- » **Injerto:** asociación de dos plantas que viven en común sin perder su individualidad. Una de ellas se denomina “soporte” o “patrón” y la otra, “clon” o “copa”.
- » **Jardín clonal:** cultivo de cacao conformado por árboles clonados establecidos ordenadamente e identificados. Estos árboles cuentan con calidad genética, física, fisiológica y sanitaria garantizada y de estos se obtiene el material de propagación para la producción masiva de plantas de cacao en vivero.
- » **Material de propagación:** cualquier parte de la planta destinada a la perpetuación de la especie: semilla de grano, varetas, canchales, yemas, etc.

- » **Patógeno:** organismo u agente que origina y desarrolla una enfermedad en un hospedero o rango de hospederos en una o varias plantas.
- » **Patrón:** plantas de cacao multiplicadas por semilla sexual procedentes materiales genéticos específicos recomendados para superar problemas relacionados con el medio donde crecen. Son utilizados para permitir el crecimiento de la yema injertada de un material genético deseado.
- » **Plaga:** suelen ser artrópodos, insectos u otros organismos capaces de deteriorar o causar daño a plantas, el ambiente o los humanos mismos.
- » **Poda de formación:** poda realizada para dar una forma o estructura concreta a una planta; forma que debe ser apropiada para darle soporte a la copa y su producción.
- » **Poda de mantenimiento:** poda efectuada con el fin de renovar sistemáticamente las ramas fructíferas y asegurar una producción abundante de fruta de buen tamaño y calidad.
- » **Poda fitosanitaria:** es la poda que persigue la renovación del tejido agotado por daños mecánicos o por plagas y enfermedades. Su finalidad es mantener las plantas en buen estado vegetativo, para que sus ramas se renueven periódicamente.
- » **Productor:** toda persona natural o jurídica que dedicada a la reproducción vegetativa de semilla o material de propagación para la venta o el fomento del cultivo.
- » **Reproducción vegetativa:** tipo de propagación o multiplicación asexual de los vegetales a partir de células de la planta adulta. Por ejemplo, en cacao se reproduce el material genético en vivero utilizando yemas de una planta adulta. Estas son injertadas sobre patrones con el fin de conservar la identidad genética.
- » **Semillero:** área de terreno destinada a la ubicación de bolsas llenas con sustratos preparados con tierra, arena, cascarilla de arroz, abono orgánico y otros en las que se siembra la semilla de cacao para propagar patrones.

- » **Semilla para siembra:** es el óvulo fecundado y maduro, o cualquier otra parte vegetativa de la planta de un cultivar, obtenido por mejoramiento genético o aplicación de conocimientos científicos y usado para la siembra o propagación.
- » **Trazabilidad:** procedimientos documentados que permiten seguir el proceso de evolución de un producto en cada una de sus etapas.
- » **Trazabilidad hacia adelante o “trazabilidad de clientes”:** posibilidad de conocer qué productos o procesos salen de la organización, cuál es su recorrido y quiénes son sus clientes a través de cada una de las etapas en la cadena alimentaria.
- » **Trazabilidad hacia atrás o “trazabilidad de proveedores”:** posibilidad de conocer qué productos o procesos están involucrados en cada una de las etapas de la cadena alimentaria.
- » **Trazabilidad interna o “trazabilidad de proceso”:** es el conocimiento de los productos dentro de la organización. Es clave para detectar fallas u oportunidades de mejora antes de que estos se entreguen a los clientes.
- » **Ubicación:** es el lugar de producción, manipulación, almacenamiento o venta del producto.
- » **Vareta:** ramas de longitud superior a 40 cm, poseedoras de yemas vigorosas, sanas y de buen tamaño que se emplean en el proceso de injertación.



Referencias

- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2009). *Guía para el estudio del sistema de trazabilidad en la empresa agroalimentaria*. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición.
- Agudelo-Castañeda, G. A., Cañar-Serna, D. Y., Pabón-Morales, M. A., Bello-Gáfaró, M., & Hernández-Nopsa, J. F. (2021). *Manual técnico para la producción de semilla de cacao en vivero para los Santanderes y Boyacá*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7404586>
- Agudelo-Castañeda, G. A., Palencia-Calderón, G. E., Antolinez-Sandoval, E. Y., & Báez-Daza, E. Y. (2017). *Nuevas variedades de cacao TCS (Theobroma Corpoica La Suiza) 13 y 19*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Arvelo-Sánchez, M. A., González-León, D., Maroto-Arce, S., Delgado-López, T., & Montoya López, P. (2017). *Manual técnico del cultivo de cacao Buenas prácticas para América Latina*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics. Supply Chain Management*. Pearson India.
- Bartley, B. G. (2005). *The Genetic Diversity of Cacao and its Utilization*. CABI Publishing.
- Cañar-Serna, D. Y., Tibaduiza-Castañeda, L. P., Sarmiento-Moreno, L. F., Medina-Mérida, M. J., López-Rebolledo, L. A., & Sepúlveda-Forero, J. L. (2022). *Conceptos básicos de trazabilidad en la producción de semillas para pequeños y medianos agricultores*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405149>

- Cañar, D. Y., Tibaduiza, L. P., Sarmiento, L. F., Medina, M. J., Sepúlveda, J. L., López, L. A. (2020). *Sistema de trazabilidad para productores de semilla: conceptos esenciales*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7403497>
- Cañar-Serna, D. Y., Forero, J. L., Pachón, E. M., & Castañeda, L. P. (2022). Diseño de un sistema de trazabilidad como soporte al modelo productivo de cacao en la cordillera nariñense colombiana. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 9(1), 30-41.
- Callejas-Jaramillo, L., & Álvarez-Uribe, K. (2020). Trazabilidad en la cadena de suministro alimentaria: un estudio bibliométrico. *Revista CIES*, 11(2), 277-297. <http://hdl.handle.net/10251/90728>
- Council of Logistics Management [CLM]. (2005). Claves de la Supply Chain. <http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/paginas/0407C086A64D097C125705B00322388?OpenDocument>
- Dionicio, C. A. (2017). *Propuesta de un sistema de trazabilidad para la cadena de suministro agrícola en un contexto de colaboración*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. <http://hdl.handle.net/10251/90728>
- Durán, G., Salazar, V., & Meza, T. (2016). Estrategias de trazabilidad para la exportación de cacao. *Revista Publicando*, 3(8), 375-389.
- Enríquez, G. (1966). Selección y estudio de los caracteres de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao. [Instituto interamericano de ciencias agrícolas de la OEA]. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3947/Seleccion_y_estudio.pdf;jsessionid=B239659DC40DB2EF-00B19775B575405D?sequence=1

Food and Agriculture Organization [FAO]. (2017). The future of food and agriculture. Trends and challenges. <https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>

Galo Fariño, R. (2011). *Modelo espiral de un proyecto de desarrollo de software*. <http://www.ojovisual.net/galofarino/modeloespiral.pdf>

Gobernación de Nariño (2020). *Plan de Desarrollo Departamental Nariño 2020-2023*. Gobernación de Nariño.

Gómez, W. (2020). Módulo de gestión de inventarios. Universidad de La Sabana.

GSIMéxico. (s. f.). *El lenguaje global de los negocios*. <https://www.gslmexico.org/es/>

Gutiérrez, M. C., & González, P. (2018). *Logística de aprovisionamiento*. Editorial Síntesis.



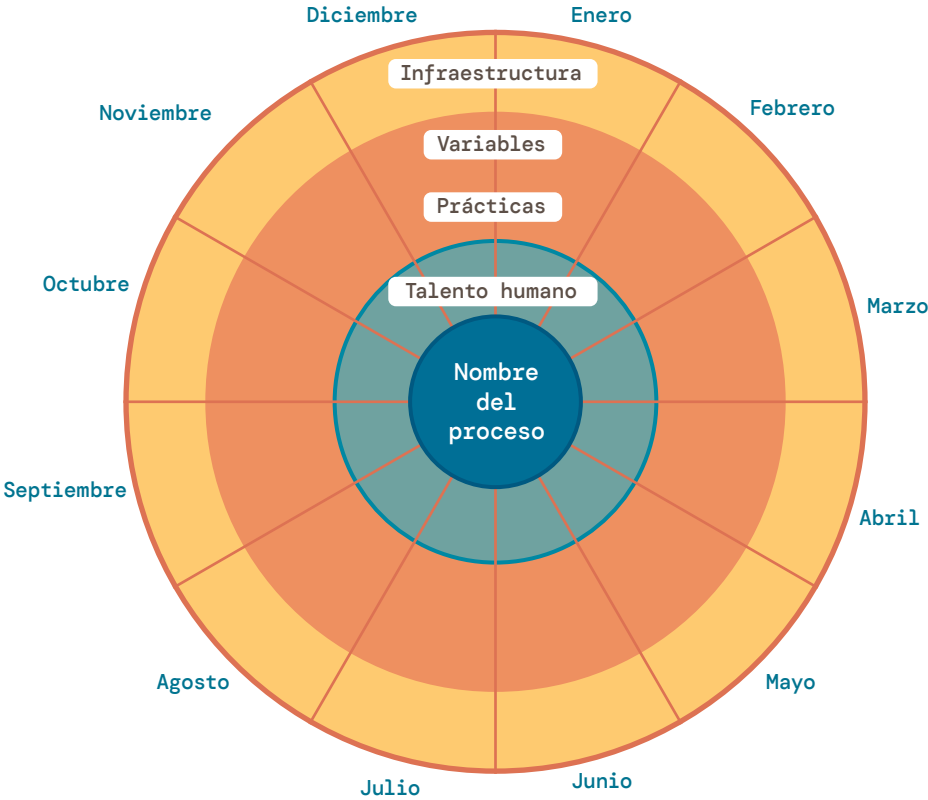
- Jaimes Suárez, Y. Y., Agudelo Castañeda, G. A., Báez Daza, E. Y., Rengifo Estrada, G. A., & Rojas Molina, J. (2021). *Modelo productivo para el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el departamento de Santander*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7404647>
- Leal, A. M. (2005). *Caracterización de árboles superiores de cacao (Theobroma cacao L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE*. [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4571>
- Llano, N. (2010). *Construcción del plan de trazabilidad en las diferentes líneas (recepción) manejadas por AVINCO S.A.* Corporación Universitaria Lasallista.
- Macsa, I. D. (2021). *¿Qué es la trazabilidad?* <https://www.macsa.com/blog/aplicaciones/trazabilidad/que-es-la-trazabilidad>
- Malvestiti, L., Vicari, C., & Ball, J. (2010). *Base para la implementación de un sistema de trazabilidad*. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA).
- Maynard, J. (1982). *Dictionary of Data Processing*. Butterworth.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [MinTIC] (2022). *Soluciones Tecnológicas*. *Soluciones Tecnológicas*. <https://www.teletrabajo.gov.co/622/w3-article-8456.html>
- Montero, Y. H. (2015). *Experiencia de usuario: principios y métodos*. Calmly Writer.
- Motamayor, J. C., Lachenaud, P., da Silva e Mota, J. W., Loor, R., Kuhn, D. N., Brown, J. S., & Schnell, R. J. (2008). Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L.). *PLoS ONE*, 3(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003311>

- Perea, A., Martínez, N., Aranzazu, F., & Cadena, T. (2013). *Características de calidad del cacao de Colombia. Catálogo de 26 cultivares*. División de publicaciones Universidad Industrial de Santander (UIS).
- Ponjuán, G. (2006). *Gestión de Información en las Organizaciones*. Editorial Félix Varela.
- Redman, T. C. (2001). *Sistemas de calidad de datos de segunda generación. Manual de Calidad de Juran*. McGraw Hill.
- Strong, D. & Lee, Y. (2003). *Process knowledge and data quality outcomes*. Proceedings of the Eighth International Conference on Information Quality (ICIQ-03).
- Terrado, A. (2007). *La cadena de Suministro*. El Cid Editor.
- Trópicos. (1753). *Theobroma cacao* L. <http://www.tropicos.org/Name/30400642>
- Urzelai, A. (2006). *Manual básico de logística integral*. Editorial Díaz de Santos.
- Useche, J. O. P., & Rojas, F. (2012). *Guía técnica para el cultivo del cacao*. Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao).
- Vilana, J. (2012). *La gestión de la cadena de suministro*. Escuela de organización industrial.
- Villavicencio, D. X. P., Soler, V. G., & Bernabeu, E. P. (2017). Metodología para elaborar un plan de mejora continua. *Empresa: Investigación y Pensamiento Crítico*, 1(1), 50-56. <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.50-56/>
- Zarrillo, S., Gaikwad, N., Lanaud, C., Powis, T., Viot, C., Lesur, I., Fouet, O., Argout, X., Guichoux, E., Salin, F., Solorzano, R. L., Bouchez, O., Vignes, H., Severts, P., Hurtado, J., Yopez, A., Grivetti, L., Blake, M., & Valdez, F. (2018) The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nature Ecology and Evolution*, 2(12), 1879-1888. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0697-x>



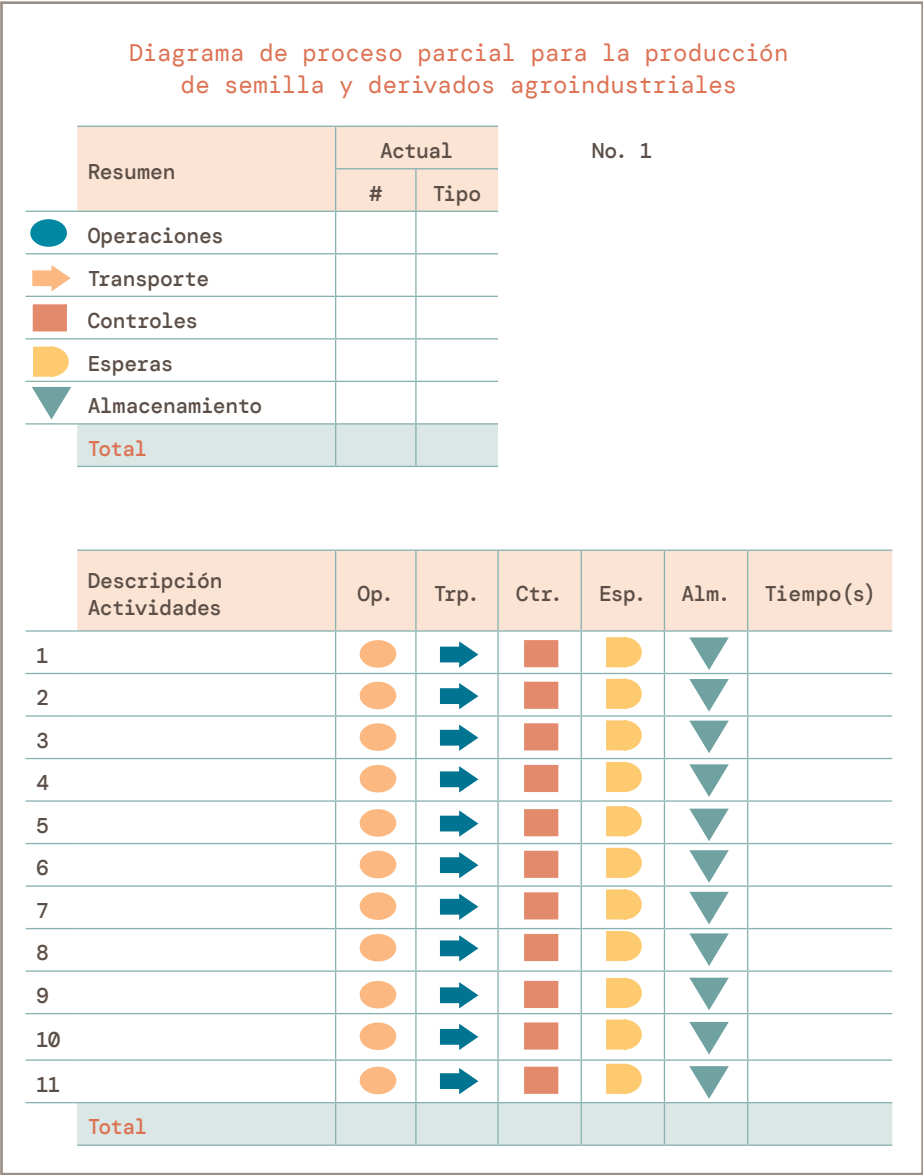
Anexos

Anexo 1. Calendario logístico para la identificación de infraestructura, variables, prácticas y talento humano asociados a la cadena de abastecimiento



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Diagrama de proceso para la alineación de las actividades



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Encuesta estructura para la captura de información a usuarios.

Datos obligatorios(*)	Código único:	Consecutivo	Fecha:	Día/Mes/Año
1. Datos del encargado de la captura (*)				
Nombre:				
Entidad:		Asociado a una organización:	Sí/No	
Ubicación de la organización:				
2. Información básica del productor (*)				
2.1. Datos de la organización:				
Nombre:			Datos de georreferenciación:	Grados decimales
Dirección:			Tipo de la organización:	
Departamento:			Municipio:	Finca:
Correo electrónico:			Teléfono móvil:	Extensión:
N° de asociados fundadores:	N° de afiliados actuales:	N°/Fecha del Acta de constitución:	RUT:	Sí/No
				Reg. ICA: Sí/No
2.2. Datos del representante legal:				
Nombre:	Apellido:			
Nacionalidad:	Tipo de documento:		N°	
Departamento:	Ciudad:		Dirección:	
Correo electrónico:	Teléfono(s):		Otro N°:	

[Continúa]

[Continuación]

3. Aspectos escolar y conectivo (*)											
3.1. Grado de escolaridad de los asociados en porcentaje:				3.2. Acceso a conectividad y promoción de los asociados (marque con una x)							
No posee		%		Acceso a Internet					Cuña radial		
Primaria		%		Teléfono móvil:					Televisión local		
Bachillerato:		%		Teléfono fijo:					Televisión regional		
Técnico		%		Correo electrónico:					Redes sociales		
Profesional		%		Otro medio					Otro medio		
Observaciones adicionales:											
4. Aspecto productivo (*)											
4.1. Taxonomía del material disponible											
Tipo de muestra	Taxonomía			Criolla/ Nativa		Categoría especial			Cantidad		N° de la fotografía
	Familia	Género	Especie	s	n	CR	EN	VU	Kg	ha	
Observaciones adicionales:											

[Continúa]

[Continuación]

4.2. Características del suelo (marque con una x)

Topografía del terreno		Forma del terreno mayor		Vegetación en los alrededores		Drenaje del suelo	
Plano	Casi plano	Planicie	Cuenca	Pastizal	Arboleda	Escasamente drenado	
Poco ondulado	Ondulado	Valle	Meseta	Bosque	Sabana	Aceptable	
Quebrado	Colinado	Cumbre	Colina	Matorral	Pradera	Moderadamente	
Fuertemente	Montañoso	Montaña	Cuenca	Pastizal	Otro	Bien	
Plano	Otro	Planicie	Otro	Pradera		Excelente	
Erosión del suelo	Contenido de materia orgánica	Textura	Color del suelo			Luz	
Muy baja	No	Arenoso	Blanco	Rojo	Rojizo	Soleado	
Baja	Medio	Arcilloso	Marrón	M.Rojizo	M.Amarillo	Medianamente	
Intermedia	Turboso	Orgánico	Amarillo	A.Rojizo	Amarronado	Sombreado	
Alta	Baja	Limoso	Verde	Azul	V.Grisáceo	Muy sombreado	
Muy alta	Alto	Sedimentos	Gris	Negro	N.Azulado	Otro	

Observaciones adicionales:

4.3. Característica del material disponible (marque con una x)

Fuente del material	Tipo de RG	Uso local	Producción en:	Destino	Análisis de control	
Hábitat silvestre	Silvestre	Hortaliza	Vivero	Autoconsumo	Microbiológico	
Campo cultivado	Maleza	Alimento	Invernadero	Comercialización	Suelo	
Mercado pueblo	Pre-Mejora	Especias	Campo	Ambas	Sustrato C.comunitario	
M, comer	Mejorado	Aceite	Laboratorio	Industria-lización	Físico-químico Organización	
Ins-investigación	Nativo	Medicina	Matero	Otro	Bromatológico Resguardo	
Huerta	Agricultor	Madera	Era	Autoconsumo	Germinación-Vigor Agricultor	
Otro	Otro	Otro	Otro	Otro	Otro	

Observaciones adicionales:

[Continúa]

[Continuación]

4.4. Zona de vida: Característica del ecosistema donde se dispone el material (marque con una x)					
Altura		Bioma			Formación vegetal
Tropical o basal: 0-700 m.s.n.m		B. Tropical Seco	B. muy húmedo de montano bajo		Sabana
Premontano: 700-1400 m.s.n.m.		B. tropical húmedo	B. de montano bajo pluvial		Praderas
Montano bajo: 1400-2700 m.s.n.m		B. tropical muy húmedo	B. de montano muy húmedo		Estepas
Montano: 2400-3700 m.s.n.m		B. premontano húmedo	Bosque de montano pluvial		B. de manglar
Subalpino: 2800-4000 m.s.n.m		B. premontano muy húmedo	Páramo subalpino		B. de robles
Superior a 4000 m.s.n.m		B. de premontano pluvial	B. húmedo de montano bajo		Páramo
Biogeografía		Ecosistemas por zonas de vida			Biomás acuáticos
Filogeografía		Ecosistemas de montaña	Tierras medias		Biomás terrestres
Fitogeografía		Límite del bosque	Tierras Altas		Otro
Otro		Tierras bajas	Otro		

(B: Bosque)

4.5. Registro de información por etapa (marque con una x)			Método de registro de información		
Inventario - identificación	Estado de bienes		Cuaderno	Sistema de información	
Prácticas agronómicas	Estado de maquinaria		Hoja electrónica	Libro de campo	
Registro de insumos	Balance de costos		Tablas de registro	Libro de vivero	
Lista de RRHH	Kardex		Hojas	Libro de invernadero	
Estado de infraestructura	Gestión de calidad		Página	BD local	
Estado de equipos	Otros		App móvil	Otro	

[Continúa]

[Continuación]

5. Sistema de producción (*)

5.1. Describa el ciclo de producción del sistema productivo (máximo 50 palabras):

5.2. Prácticas de asocio o especies silvestres con las que se encuentra relacionada (máximo 50 palabras):

5.3. Manejo del cultivo labores realizadas

5.4. Enfermedades y plagas observadas (máximo 50 palabras):

5.5. Destino de la producción (máximo 50 palabras):

5.6. Mapa de ubicación de la unidad productiva (dibujar sitio):

5.7. Observaciones adicionales:

6. Instrucciones para el diligenciamiento

Datos obligatorios se definen con el *

1. Datos del encargado de la captura (*)
 - a. Código único/Fecha de captura: código único de formulario, no repetible. Fecha de captura de información,
 - b. Nombre/Cargo: nombre del productor /Auxiliar, productor, extensionista, etc.
 - c. Asociado al proyecto/Estancia en la organización: sí o no está asociado a la organización/Estancia o departamento a la cual se asocia el productor, ej: Finca Santo Domingo.

[Continúa]

[Continuación]

6. Instrucciones para el diligenciamiento

2. Información básica de la asociación (*)

2.1. Datos de la asociación(es)

- a. **Nombre/Datos de georreferenciación:** nombre de la asociación/ datos de georreferenciación del sitio de producción en grados decimales.
- b. **Dirección/Tipo de la organización:** ubicación actual/SAS., LTDA., S.A., cooperativa, etc.
- c. **Departamento/Municipio/Finca:** ubicación actual de la organización.
- d. **Correo electrónico/Teléfono móvil/Extensión:** Correo de la organización/N° del socio/extensión si lo tiene.
- e. **N° de Asociados fundadores/ N° de Afiliados Actuales/N° y Fecha del Acta de constitución/RUT/Registro ICA:** describir cada espacio.

2.2. Datos del representante legal

- a. **Nombre/Apellido:** Nombre completo del representante legal.
- b. **Nacionalidad/Tipo de documento de identidad/N°:** País de nacimiento/Tipo de documento con el que se identifica el representante, puede relacionarse con cedula de ciudadanía, pasaporte, entre otros/Número de identificación.
- c. **Departamento/Ciudad/Dirección:** Ubicación actual del encargado de la colecta.
- d. **Correo electrónico/Teléfono móvil/Extensión:** Correo personal o de la organización/N° personal/extensión, si dispone.

3. Aspectos escolar y conectivo (*)

- 3.1. **Grado de escolaridad de los asociados en porcentaje:** de la población objeto de estudio definir los porcentajes de escolaridad.
- 3.2. **Acceso a conectividad y promoción de los asociados:** marcar con una equis (X) la o las opciones. En la parte inferior detalla observaciones adicionales en un máximo de 50 palabras.

4. Aspectos productivos (*)

- 4.1. **Taxonomía del material colectado:** Complete la tabla teniendo en cuenta las siguientes observaciones:
 - a. **Tipo de muestra:** identificar cuál es la unidad de propagación del material de siembra.

[Continúa]

[Continuación]

6. Instrucciones para el diligenciamiento

- b. **Identidad taxonómica:** Definir el nombre científico de la semilla o material de propagación. Entre mayor nivel de detalle, permitirá identificar el origen taxonómico del material de siembra.
 - c. **Criolla/Nativa:** Marque con una equis (X) si el material de siembra tiene las características de criolla o nativa.
 - d. **Categorías especiales:** Marque con una equis (X) si el material de siembra tiene una categoría especial: amenazadas o riesgo (CR), endémicas (EN) o en veda (VU).
 - e. **Cantidad de especímenes a coleccionar:** Indique un número aproximado máximo de especímenes o muestras a recolectar. Tenga en cuenta que este número está dado por localidad y tipo de muestra.
 - f. En el espacio de “**Observaciones adicionales**” definir información que complemente la tabla anterior.
- 4.2. **Características del suelo:** en el cuadro de “Características del suelo” marque con una equis (X) de acuerdo con las variables definidas. En “observaciones adicionales” detalle requerimientos importante.
- 4.3. **Característica del material disponible:** en el cuadro de “Características del material disponible” marque con una equis (X) de acuerdo con las variables definidas. En “Observaciones adicionales” detalle requerimientos importante.
- 4.4. **Zona de vida:** marcar con una equis (X) de acuerdo con las características del sitio donde se tiene el material de siembra. En “observaciones adicionales” detalle información importante donde amplíe el contexto. Si, requiere más información del apartado, se sugiere indagar las “Zonas de vida de Holdridge”.
- 4.5. **Registro de información por etapa:** marcar con una equis (X) de acuerdo con las características del sitio donde la organización tiene el material de siembra. En “observaciones adicionales” detalle información importante donde amplíe el contexto.
5. **Sistema de producción (*)**

En este espacio describe las “Describe el ciclo de vida del sistema”, “Prácticas de asocio o especies silvestres con las que se encuentra relacionada”, “Manejo del cultivo labores realizadas”, “Enfermedades y plagas observadas”, “Destino de la producción”, “Mapa de ubicación de la unidad productiva” y “Observaciones adicionales si lo requiere”.

[Continúa]

[Continuación]

6. Instrucciones para el diligenciamiento

6. Observaciones generales

En caso de estudiar especies vedadas, se debe solicitar autorización previa al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) o a las Corporaciones Autónomas Regionales, según corresponda.

- 6.1. En caso de que las actividades de investigación requieran cumplir con la consulta previa con grupos étnicos, AGROSAVIA será la única responsable de adelantarla conforme al trámite legal vigente.
- 6.2. El encargado de coleccionar información será el responsable de garantizar las buenas prácticas en el sitio donde se realice el ejercicio con la organización, de manera que la captura de información no cause daños o afectaciones a los individuos, poblaciones, comunidades o ecosistemas objeto de estudio.
- 6.3. Recuerde que, la información está protegido por los derechos de propiedad intelectual de AGROSAVIA y serán usados únicamente para el objeto del proyecto.
- 6.4. Es necesario mantener el consecutivo del formulario de captura para mantener la trazabilidad de la información en cada uno de los sitios, orientarse con el encuestador del proyecto.
- 6.5. El personal encargado de la captura de información debe estar siempre identificado con su escarapela que lo identifica como colaborador de AGROSAVIA.

Fuente: Elaboración propia



Los autores

Dubert Yamil Cañar Serna

Correo: dcanar@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8357-1401>

Es ingeniero agroindustrial y magíster en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Tiene experiencia en la aplicación de conceptos técnicos y tecnológicos para la transformación industrial de materias primas y el aprovechamiento de subproductos del sector agroindustrial, así como en el manejo y uso de herramientas para análisis moleculares, palinológicos y citogenéticos dirigidos a la investigación sostenible de los recursos genéticos. Se desempeña en el diseño, desarrollo y establecimiento de herramientas virtuales de divulgación agropecuaria destinadas a asistentes técnicos, extensionistas y productores agropecuarios, a través de la sistematización de experiencias y la implementación de herramientas asociadas a la trazabilidad para la producción de semilla o material de propagación. En la actualidad es coordinador del Banco de Germoplasma Vegetal de la Nación Colombiana (SNBGNC), trabaja por el mantenimiento, la conservación y la bioprospección de los recursos biológicos del país. Finalmente, se desempeña como investigador máster adscrito a la Red de Cultivos Transitorios y Agroindustriales del Centro de Investigación Palmira de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda

Correo: ltibaduiza@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9429-063X>

Es licenciada en Psicología y Pedagogía de la Universidad Pedagógica Nacional y pasante de posgrado en el Centro Cultural Poveda, de República Dominicana. Además, es especialista en Desarrollo Rural de la Universidad Nacional de Colombia y magíster en Antropología Social de la Universidad de los Andes. Cuenta con experiencia en creación

y fortalecimiento de redes rurales, diseño de cualificaciones para el sector agropecuario, procesos de sistematización de experiencias, docencia universitaria y evaluación ambiental y cambio climático. Tiene habilidades para el trabajo interdisciplinar y el diseño, gestión, ejecución y evaluación de proyectos. Actualmente se desempeña como investigadora máster adscrita a la Red de Innovación de Cultivos Transitorios y Agroindustriales del Centro de Investigación Tibaitatá de AGROSAVIA.

José Luis Sepúlveda Forero

Correo: jlsepulveda@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1784-9927>

Es ingeniero de sistemas de la Universidad Popular del Cesar, seccional Aguachica. Cuenta con experiencia en el desarrollo de *software* y conoce de primera mano las metodologías de desarrollo ágiles y lenguajes de programación como C# y Asp.net y Javascript. Asimismo, está familiarizado con la creación de aplicaciones bajo el modelo de desarrollo del archivo en extensión Android Application Package (APK), Ionic, Cordova y Angular. Además, maneja bases de datos como SQL SERVER y SQLite. Actualmente se desempeña como ingeniero desarrollador sénior *back-end* en MediSmart.live.

Diego Hernán Meneses Buitrago

Correo: dmeneses@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3033-3079>

Es ingeniero agropecuario y magíster en Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca, con énfasis en sistemas integrados de producción agropecuaria. Cuenta con experiencia en las áreas de manejo de suelos y aguas (sistemas de riego en diferentes sistemas productivos como cacao, limón, pastos y forrajes), cambio climático, análisis de datos y estadística, formulación de proyectos y diseño de experimentos. Su trabajo se ha concentrado en el desarrollo de estrategias para mejorar la resiliencia de los diferentes sistemas productivos a través del enfoque de agricultura climáticamente inteligente, especialmente

en programas de selección y evaluación de especies forrajeras para ganadería del trópico alto, determinación de la huella hídrica de especies forrajeras y generación de nuevos métodos de renovación de praderas para el trópico alto. Actualmente se desempeña como investigador máster adscrito a la Red de Innovación de Ganadería y Especies menores Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

Álvaro Mauricio Cadena Pastrana

Correo: amcadena@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3836-5171>

Es ingeniero agroforestal de la Universidad de Nariño y magíster en Desarrollo Rural de la Universidad Nacional de Costa Rica. Cuenta con experiencia en procesos de investigación participativa, extensión rural, servicios ecosistémicos, adopción e impacto de tecnologías agropecuarias y turismo rural. Se ha desempeñado como docente e investigador de la Universidad de Nariño y en la actualidad se desempeña como profesional de transferencia de tecnología del Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.



Este libro se terminó
de diagramar en Bogotá
durante el mes
de diciembre del año
2022



Hoy en día, la trazabilidad es una herramienta valiosa para solucionar problemas de seguridad y confianza entre las organizaciones de productores y el cliente final, pues el mercado es cada vez más exigente en los atributos de calidad del producto y su información, en un mundo globalizado conectado con la ciencia, la tecnología y la innovación.

Este manual comparte una experiencia de una organización de productores como agentes de cambio en torno a su sistema de producción de semilla y grano de cacao en La Cordillera nariñense. Allí, a partir de los principios de la investigación participativa, se logró aplicar el potencial de este tipo de herramientas digitales de trazabilidad, para ampliar la eficiencia y eficacia en la gestión, administración y operatividad del flujo de información generada en la cadena de abastecimiento y logística (planta clonal, obtención del grano, producto terminado, entre otros procesos y subproductos). La aplicación de la trazabilidad mejoró notablemente el nivel de satisfacción del cliente gracias al aumento de la calidad del producto entregado.

Así mismo, esta publicación recoge las recomendaciones mínimas para el diseño e implementación de la trazabilidad a la medida de la organización de productores o de productores individuales para obtener semilla o grano de cacao con atributos de calidad. Dichas recomendaciones, están dadas de acuerdo con el marco normativo vigente dispuesto por las entidades de control y están orientadas a que el inventario final cumpla con los atributos e indicadores de producción de calidad propuestos al inicio del proceso, desde la integración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).